

**DAS BEWUSSTSEIN VON WACHEN UND SCHLAFEN :
MÖGLICHE IMPLIKATIONEN FÜR DIE
BEURTEILUNG VON SCHLAFSTÖRUNGEN**

BARBARA KNAB

Das Bewußtsein von Wachen und Schlafen:
Mögliche Implikationen für die Beurteilung
von Schlafstörungen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Philosophie
an der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von

Barbara Knab
aus München

München
1987

Referent: Prof. Dr. W. Tunner

Korreferent: Prof. Dr. R. R. Engel

Tag der mündlichen Prüfung: 19. 2. 1987

INHALTSVERZEICHNIS

0	Vorbemerkung	4
1	Theoretische Fragen und Vorüberlegungen	8
1.1	Begriffe und Paradigmen der Schlafforschung	8
1.2	Wissenschaftstheoretische Bemerkungen	14
1.3	Über das Bewußtsein	19
2	Schlafen und Wachen - Messung und Ergebnisse	25
2.1	Die Ebenen der Messung	25
2.1.1	Selbsteinschätzung und Verhaltensmaße	25
2.1.2	Polygraphie	28
2.2	Die Differenzierung zwischen Schlafen und Wachen	31
2.2.1	Definitionen des Schlafbeginns	31
2.2.2	Aufwachepisoden	36
2.3	Normaler Schlafverlauf - die verschiedenen Ebenen	39
3	Schlafstörungen	43
3.1	Epidemiologie, Diagnostik und Ätiologie der Schlafstörungen	43
3.2	Merkmale gestörten Schlafs	46
3.2.1	Allgemeine Befunde bei Schlafgestörten	46
3.2.2	Polygraphische Auffälligkeiten	48
3.2.3	Das Verhältnis von Selbsteinschätzung und Polygraphie	53
3.3	Erklärungsmöglichkeiten	55

4	Psychologische Vorgänge im Schlaf	57
4.1	Möglichkeiten instrumentellen Verhaltens im Schlaf	57
4.2	Wahrnehmung	
4.3	Zeiterleben und Zeitschätzung	63
4.4.	Gedächtnis und Schlaf	68
5	Fragestellung und Methoden der Untersuchung	76
5.1	Fragestellung	76
5.2	Methoden	79
5.3	Datenanalyse	82
6	Ergebnisse	85
6.1	Schlafdaten der Patienten und Kontrollpersonen	85
6.2	Signale zur Wahrnehmung des Aufwachens	91
6.3	Verteilung der unterschiedlich definierten Aufwach- episoden und der erste REM-NREM-Zyklus	98
6.4	Schlaflatenz und Aufwachepisoden - Vergleich unterschiedlicher Operationalisierungen	105
7	Diskussion	111
8	Zusammenfassung	125
9	Literatur	127

Ich weckte euch aus dem Schlafe: denn ich sah, dass ein Alp euch drückte. Und nun seid ihr missmuthig und sagt mir: "Was sollen wir thun? Alles ist noch Nacht!" - Ihr Undankbaren! Schlafen sollt ihr wieder und besser träumen!

Friedrich Nietzsche, Gesammelte Werke Band XIV,
Nachlaß

O VORBEMERKUNG

Der Schlaf und sein Adjunkt, die Träume, haben die Phantasie der Menschheit seit jeher angeregt. Der Schlaf wurde als vorweggenommener "kleiner Tod" betrachtet, wie umgekehrt der wirkliche Tod in den Religionen als eine Art Schlaf gesehen wurde, als notwendige Voraussetzung für die Wiedergeburt. Das Phänomen der morgens oder nach nächtlichem Aufwachen erinnerten Träume wurde als Zeichen für den Gang der Seele oder des Bewußtseins oder des eigentlichen "Ich" in das Reich der Götter betrachtet, von wo sie spirituell begründete Weisungen für ihr Verhalten tagsüber erhalten sollten. Auch später haben die Träume ihre Faszination nie verloren. Seit Sigmund Freud gilt gar ihre Bearbeitung und Deutung den psychoanalytischen Therapeuten als "via regia zum Unbewußten" und damit als Heilungsmöglichkeit seelischer Störungen (Freud, 1969). Auch wenn diese These von anders orientierten Wissenschaftlern und Therapeuten nicht geteilt wird, haben Psychoanalytiker damit eine Frage von allgemeinem Interesse für sich zumindest implizit beantwortet: WOZU SCHLAFEN WIR? - Die Antwort von Frau und Herr Jedermann auf diese Frage ist ebenso eindeutig und von fester Überzeugung geprägt wie die der Analytiker: wir schlafen, um am nächsten Tag ausgeruht zu sein und uns dessen Anforderungen gestärkt und

erfrischt stellen zu können.

In beiden Antworten wie in der Frage als solcher zeigt sich eine immanente Teleologie des Denkens - und wohl ganz allgemein: unseres Denkens, als Privatpersonen wie als Wissenschaftler - eine Teleologie des Denkens, die wir von der Philosophie der frühen Neuzeit, im Grunde aber schon von Aristoteles ererbt haben (zum Beispiel Friedlein, 1984, S. 57f): In der Tat ist eine ganz wichtige Frage all derjenigen, die sich in den letzten 50 - 100 Jahren von wissenschaftlicher Seite mit der Erforschung des Schlafs befaßt haben, die teleologische nach Sinn und Zweck, Ziel und Nutzen des Schlafs (vergleiche die Aufsatzsammlung von Drucker-Colin et al, 1979). Einerseits ist das eine wohl rein wissenschaftliche "Neugierde", deren Bestandteil im westlichen Denken die teleologische Fragestellung nun einmal ist, andererseits ist ein gewisser Ärger darüber unübersehbar, daß der Mensch ein Drittel seines Lebens schlafend verbringt, in einem Zustand der körperlichen Nicht-Aktivität und eines Bewußtseins, das mit dem am Tage nichts zu tun zu haben scheint und zumindest keinen meßbaren, an den bestimmten Termin gebundenen, lebensnotwendigen Effekt hat (vgl. Webb, 1981). Es scheint, daß allein ein objektivierbarer Nutzen, ein bestimm- und meßbarer Zweck etwa für die Leistungsfähigkeit am Tage, manche mit der Tatsache des Schlafs aussöhnen könnte, der auch im Zeitalter der Glühbirnen und taghellen Erleuchtung in der Nacht, wo alle Lebensäußerungen technisch vom Tageslicht abgekoppelt werden können, nicht von selbst verschwand.

Die biologische Wissenschaft konnte die Frage nach dem Zweck des Schlafs aber in ihrem Rahmen nicht schlüssig beantworten - derzeit scheint es sogar, als sei die Frage in dieser Einfachheit von vielen aufgegeben, und als würden Rhythmus-

Theorien ohne linear-kausale Erklärungsversuche als der Sache angemessener betrachtet. Pragmatisch hat man sich deshalb häufig auf die Frage "Was geht beim Schlaf vor sich?" konzentriert.

Für alle Säugetiere, zum Teil auch für niedere Wirbeltiere, ist der Schlaf eine rhythmische, täglich wiederkehrende, endogene Erscheinung, für die sie - im Gegensatz zum Essen - nichts tun müssen, als sich einen geeigneten Schlafplatz zu suchen, gegen die sie aber auch nur unter relativ starkem Zwang etwas unternehmen können, und wenn, dann nicht lange: Schlaf ist zwar in gewissen Grenzen flexibel, aber nicht in dem Maße wie die Nahrungsaufnahme. Insbesondere scheint sich kein Schlaf"polster" in Analogie zum Fettpolster bilden zu können. Auf der anderen Seite gibt es Schlafstörungen wohl auch schon lange (oder immer): Nicht erst Lehrbücher der allgemeinen Medizin vom Beginn dieses Jahrhunderts (Schwalbe, 1907) geben Empfehlungen für ihre Behandlung, auch in den jahrhundertealten Kräuterhandbüchern, die auf das Hexenwesen zurückgehen, werden Mixturen zu ihrer Linderung beschrieben (Gaebelkhouer, 1595, siehe Abbildung 0-1).

Über die Phänomenologie und Physiologie des normalen Schlafs vom Säuglings- bis zum Greisenalter ist inzwischen viel bekannt. Schlafgestörte weichen in manchem Phänomen unterschiedlich stark von Gesunden ab. Ein spezifisches Merkmal Schlafgestörter, das auch zur Differenzierung der sogenannt "subjektiven Insomnie" geführt hat, ist, daß die Selbsteinschätzung einiger Schlafvariablen durch Patienten auffällig von den physiologisch gemessenen abweicht. Die Abweichung betrifft insbesondere nächtliche Wachzeiten, einschließlich der Einschlafdauer.

Für vberiges wachen.

Wann eins nicht schlaffen kan.

Im Rosenwasser / rot Hünderdärmwasser / vnnnd Grauwens
milch/eins so vil als des andern/machs lawlecht/nich Luch
lin darinn/legs vber die Schlaff.

Für schwere Träum in Kramheiten/oder Nindbeihen.

Nim wild Ochsenzungenwurzel gepüluert/gibs morgens vnd
abends in Lindenblusiwasser/allweg einer Haselnus groß/ein.

Wer nicht schlaffen mag.

Der nemt iij. Lot/oder mehr/darnach eins vil machen will/Las
mandertraut vnnnd Blümclin/hacks oder schneids ein wenig/vnnnd
geuß iij. Lot gut Baumöl daran/laß an einander sieden/biß das

Abbildung O-1

Beispiel für eine Schlafmedikation des 16. Jahrhunderts

Empirisch wird in der vorliegenden Arbeit an Schlafgestörten und gesunden Kontrollpersonen untersucht, inwieweit für dieses Phänomen bei Schlafgestörten schon Wahrnehmungsvorgänge und nicht erst, wie häufig angenommen, kognitive (Fehl-)verarbeitungsprozesse verantwortlich sind. Dafür werden theoretisch zunächst die Meßmethoden in der Schlaf-forschung beschrieben, insbesondere die Methoden, wie Wachen und Schlafen meßtechnisch unterschieden werden können, und wie dies auf das Erleben bezogen ist. Außerdem werden die wesentlichen Befunde an primär schlafgestörten Patienten und ihre Abweichungen von Befunden an guten Schläfern vorgestellt. Wahrnehmungs-, Zeitschätzungs- und Gedächtnisfaktoren, die theoretisch für das Mißverhältnis von physiologisch gemessenen und selbst eingeschätzten Wachzeiten nachts verantwortlich sein könnten, wurden an Gesunden in vielen Studien untersucht; die Ergebnisse dieser Studien sind Voraussetzung für diese Arbeit und werden deshalb ausführlich referiert.

1 THEORETISCHE FRAGEN

1.1 Begriffe und Paradigmen der Schlafforschung

Schlafen und Wachen sind beim Menschen – wie bei vielen anderen Lebewesen – wichtigster und auffälligster Ausdruck des ständigen Wechsels von Aktivität und Nichtaktivität. Phänomenologisch zeigen sich Unterschiede zwischen Schlafen und Wachen auf ganz verschiedenen Ebenen (vergleiche dazu Engel, 1977). Abgesehen davon, daß ein Mensch selbst weiß, wahrnimmt, sich bewußt ist, daß er schlafen wird oder geschlafen hat (für gewöhnlich nicht, daß er gerade schläft), sind gegenüber dem Wachzustand ein Muskeltonusabfall beziehungsweise eine speziestypische Schlafstellung und physiologische Veränderungen wie Abfall der Herzfrequenz (Keefe, 1971), Verlangsamung der Atemfrequenz, auftretende Bauchatmung (Ogilvie & Wilkinson, 1984, 1985, Michelson, 1897) und Hautwiderstandsänderungen zu beobachten (Gnirss & Schneider, 1977). Die Wahrnehmung und – operationalisiert – die Reagibilität auf sensorische Reize ist zum Teil stark herabgesetzt, geordnete Gedanken, wie sie zur Ausführung geistiger Leistungen nötig sind, sind nicht möglich, sehr wohl aber eine rege, wenn auch nicht gesteuerte, geistige Aktivität, nämlich Träume. Seit der Einführung der Elektroenzephalographie (EEG) durch Berger (1929) ist das EEG – bzw. seit der Entdeckung des REM-Stadiums durch Aserinsky und Kleitman (1953) die Polygraphie mit EEG, EOG und EMG (siehe unten, Kapitel 2.1) – die wichtigste Methode zur differenzierenden Messung von Schlafen und Wachen. Mit Ausnahme einer Konsolidierungsphase zu Beginn des Schlafs läßt sich beides in der Polygraphie nicht nur gut visuell differenzieren. Es ist auch eine kontinuierliche Messung über mehrere Stunden möglich, ohne daß die Meßanordnung (zumindest nach Gewöh-

nung) den Schlaf übermäßig beeinträchtigen würde. Ein wichtiges verhaltensmäßiges Unterscheidungskriterium dieses circadian (das heißt, etwa entsprechend dem 24-Stunden-Tag) auftretenden Schlafes zu Winterschlaf, Anästhesie und Koma ist dabei die Weckbarkeit, die Möglichkeit, mit taktilen, optischen oder akustischen Reizen die schlafende Person in den normalen Wachzustand zurückzusetzen. Es ist wesentlich, daß in der Regel alle genannten Erscheinungen gleichzeitig auftreten müssen, damit von Schlaf gesprochen werden kann. In diesem Sinne wird der Begriff auch in dieser Arbeit gebraucht (vgl. Kleitman, 1957, Corner, 1984).

Allen genannten Kriterien ist gemeinsam, daß sie den Schlaf immer im Vergleich, im Unterschied zum Wachsein, beschreiben, und daß beide als dichotome Zustände betrachtet werden; dies entspricht durchaus wesentlichen Teilen der Literatur, in der Wachen oft sogar fraglos synonym mit Bewußtsein gesetzt wurde und Schlafen mit dem Gegenteil. An den "Rändern" der beiden Kategorien ist die Annahme einer echten Dichotomie aber nicht allgemein aufrechtzuerhalten, eine ganze Reihe von Experimenten belegt eine starke Labilität vor allem der Einschlafphase (siehe unten 2.2.1).

Im Unterschied zu den in der Regel als dichotom betrachteten Kategorien Schlafen und Wachen geht das Konzept der Vigilanz, das in der Schlafforschung vor allem bei Pharmaka-Prüfungen eine Rolle spielt (hangover), eher von kontinuierlichen Veränderungen aus. Vigilanz ist als Aufmerksamkeit beziehungsweise als ihre neurophysiologische Begründung bei eher langweiligen Aufgaben zu definieren, und wird vor allem über die Fehlerrate bei langdauernden Reizerkennungsaufgaben mit seltenem Auftreten des Reizes operationalisiert (Wilkinson et al, 1966). Auch wenn, wie Gale (1977) für die Vigilanzforschung beklagt und wie generell häufig festgestellt

wurde (Johnson et al, 1969, Lubin et al, 1969, Simon & Emmons, 1956), der Zusammenhang zwischen EEG und sonstigen Verhaltens- (oder Bewußtseins-) zuständen, die unter Vigilanz zu fassen sind, nicht eins zu eins ist, so ist doch beim Abfallen der Vigilanzleistung einer Person für gewöhnlich zumindest grob und intraindividuell auch eine Verlangsamung des EEGs bis hin zu Thetawellen festzustellen. Ein niedriges Vigilanzniveau tritt vor dem Schlaf auf, ist aber davon noch wohlunterschieden.

Ein weiterer wichtiger Begriff in der Schlafforschung ist der des arousals, der Erregung. In der Schlafforschung wird damit für gewöhnlich eine Beschleunigung der EEG-Signale bezeichnet, meist bis zum Wachzustand. Oft gelten auch erst echte Aufwachepisoden, die ihrerseits allerdings unterschiedlich definiert sind, als arousals. Die verschiedenen Schwierigkeiten bei der Definition des arousals im Wachzustand sowie die Beeinflussungen der Messung durch verschiedene Erscheinungen wie Rolle der Motivation, individuelle Unterschiede etc. diskutiert Gale (1977) im Zusammenhang mit dem Konzept der Vigilanz ausführlich für Leistungsuntersuchungen tagsüber, in der Schlafforschung wird das für gewöhnlich nicht diskutiert. In dieser Arbeit wird von arousal die Rede sein, wenn kurzzeitig Alpha-Frequenzen nachzuzweisen sind, ohne daß sich dies auf die klassische Schlafstadienscorung auswirken würde. Aufmerksamkeit (attention) für und Wahrnehmung (perception) von Stimuli sind meist operational definiert, das heißt, sie werden als vorhanden angenommen, wenn die Vp auf Reize aktiv reagiert.

Im Zuge der Einführung experimenteller Methodik oder des experimentellen Paradigmas in Psychologie und Medizin begann Kohlschütter bereits 1863, den Verlauf der Schlaftiefe ("Festigkeit" des Schlafs) über die ganze Nacht mit Hilfe

von Weckschwellen-Messungen zu untersuchen, was dann von seinen Schülern fortgesetzt wurde (Michelson, 1897). Der Schlaf wurde damals noch als einheitlicher, acht Stunden dauernder, quasi bewußtloser Zustand betrachtet, der sich nur in der Intensität, der "Tiefe", nicht in der Qualität ändere. Die Mittelung von Kurven über mehrere Nächte (Kohl-schütter, 1863) führte dabei zu einem einheitlich erscheinenden Bild mit sehr hoher "Festigkeit" des Schlafs zu Beginn, die im Laufe der Nacht kontinuierlich absinkt. Einzeldarstellungen (wie sie Michelson vorlegte) dagegen gaben schon Hinweise auf regelmäßige Oszillationen.

Nach der Einführung der Schlaf-EEG-Messung, der ersten Definition von EEG-Klassifikationssystemen von Schlafstadien (Loomis et al, 1937) und vor allem seit der Entdeckung der REM-Phasen (Aserinsky & Kleitman, 1953) und der Zuordnung von REM und Traum oder gar der Augenbewegungen zum Trauminhalt (Dement & Kleitman, 1957, Dement & Wolpert, 1958, später in dieser Eindeutigkeit wieder verworfen) wurden dann sehr viele normative Studien zum Schlafverlauf Gesunder durchgeführt. Vpn waren meist junge Erwachsene (bezahlte Studenten). Diese Untersuchungen hatten zwar keine echten Normdaten zum Ergebnis, die Pathologien eindeutig zu definieren erlaubten, aber doch eine allgemein als gültig erachtete Beschreibung des polygraphischen Nachtablaufs (siehe unten, 2.3). Die Möglichkeit, das EEG im Schlaf kontinuierlich zu messen, die geringe Störanfälligkeit durch versuchspersoninterne Faktoren oder äußere Manipulationen sowie die reliable und objektive Auswertungsmöglichkeit führten dazu, es gelegentlich als das objektive Instrument schlechthin zu betrachten (Hume, 1983), dem alle anderen Meßmethoden unterzuordnen sind.

Eine wichtige Forschungsstrategie ist die Durchführung von

Weckexperimenten. Sie werden vorrangig in der Traumforschung eingesetzt, aber auch zum Vergleich der aktuellen Selbst einschätzung (bzw. der aktuellst-möglichen) von Schlafen oder Wachen, insbesondere zu Beginn der Nacht. Damit sollen Träume zeitlich und entsprechend bestimmten Schlafstadien (REM) lokalisiert werden, aber auch Gedächtnis- beziehungsweise Vergessenseffekte minimiert werden. Weckexperimente werden deshalb heute immer gleichzeitig mit einer polygraphischen Schlafmessung durchgeführt, so daß das Schlafstadium bzw. der EEG-Zustand der schlafenden Person definiert und kontrollierbar ist.

Differentielle Fragestellungen sind ein weiterer Forschungskomplex. Mit einer Auswahl aus den möglichen Meßmethoden wird der Schlaf verschiedener klinischer Gruppen differentiell zu beschreiben versucht, etwa von Schlafgestörten oder auch psychiatrischen Patienten. Ein wesentliches Ergebnis dieser Studien ist die (wenn auch leicht umstrittene) Entdeckung des Sleep Onset REM (SOREM) bei endogenen Depressiven, also das Auftreten von REM gleich zu Beginn des Schlafs (Kupfer, 1983). Für Schlafgestörte dagegen konnten immer nur in einzelnen Studien Vergleichsaussagen vorgenommen werden, ohne daß genau und stichprobenunabhängig hätte bestimmt werden können, wie sich diese Gruppe von Gesunden unterscheidet (siehe unten, Kapitel 3).

Das ursprüngliche Ziel der Schlafdeprivations-Untersuchungen (SD) war die Erfassung der teleologischen Funktion von Schlaf. SD kann die ganze Nacht oder Teile davon umfassen, oder ganz gezielt etwa die REM-Phasen. Therapeutisch wird vollständige (Schulte & Tölle, 1975) oder teilweise SD (Goetze & Tölle, 1982) zur Behandlung endogener Depressionen eingesetzt, mit zumindest kurzfristigen Erfolgen. Bei Gesunden bleibt nach SD nicht nur eine ultradiane Rhythmik ge-

stiger Leistungsfähigkeit, sondern sogar von Einschlaf-
tenden erhalten (Lavie, 1985): Einerseits scheint sich der
90-Minuten-Rhythmus des REM-Schlafs im Wachzustand fortzu-
setzen, andererseits konnten aber auch länger (circa vier
Stunden) dauernde Rhythmen nachgewiesen werden (Lavie &
Zomer, 1984). Ein schlafunabhängiger 90-Minuten-Rhythmus
wurde erstmals von Kleitman (1963) als BRAC (= basic rest
activity cycle) postuliert.

Die Analyse und qualitative, aber auch mathematische Be-
schreibung sowohl circadianer (Carpenter & Grossberg, 1982,
1985, Johnsson & Karlsson, 1972, Weitzman et al, 1983) als
auch ultradianer Rhythmen (Kleitman, 1963, Lavie & Scherson,
1979, Lavie & Zomer, 1983, Lawder, 1984) ist inzwischen ein
selbständiger Forschungsansatz bzw. -zweig, der fast als
einziger innerhalb der Schlafforschung auch Ansätze zu Theo-
rien und Modellen geliefert hat (nur als Beispiel sei Borbe-
ly, 1980, 1984 genannt). Das Borbelysche Modell ist komplex
und verbindet einen ultradianen Oszillationsansatz mit einer
Art Erholungstheorie, ohne auf einfache Ursache-Wirkungs-
Zuschreibungen zu rekurrieren, die einen finalen Zweck des
Schlafes betreffen. Die mehrfach von Webb zusammengefaßten
sogenannten Schlaftheorien befassen sich dagegen ausschließ-
lich mit dieser teleologischen Fragestellung (vergleiche
Webb, 1982 1983). Theorien wurden im übrigen nur noch zum
Traumgedächtnis (Koulack & Goodenough, 1976) bzw. mit dem
"Zustands-Wechsel-Modell" zum Zusammenhang von EEG-Mustern
in der Ontogenese mit Schlaf-EEG-Mustern und Träumen vorge-
legt (Koukkou & Lehmann, 1980, 1983, Lehmann & Koukkou,
1984). Im übrigen sind theoretische Analysen in der Schlaf-
forschung nur bedingt zu finden. Im großen und ganzen gilt
nur die Datensammlung als wesentlich, eine modellhafte Inte-
gration der Ergebnisse wird kaum angestrebt.

1.2 Wissenschaftstheoretische Bemerkungen

Als wissenschaftstheoretische Grundlage empirischer Forschung in den Humanwissenschaften gilt allgemein der "Kritische Rationalismus" Poppers, auch wenn faktisch oft eher auf einen naiven, konzeptfreien, nicht hypothesentestenden Empirismus zurückgegriffen wird - gerade in der Schlafforschung. Theoretisch beruht der Kritische Rationalismus auf der Annahme von Existenz und Eindeutigkeit der Konstrukte "Wahrheit" und "Kausalität" (Popper, 1971, S.116/117), entsprechend den Konzepten der klassischen Physik. Dies schließt die Möglichkeit ein, wissenschaftliche Hypothesen empirisch auf ihren Wahrheitsgehalt zu überprüfen, wenn auch das Paradigma der Falsifikation (wissenschaftliche Hypothesen können nur widerlegt, nicht bewiesen werden) es nicht zuläßt, die als existent gedachte endgültige Wahrheit tatsächlich zu finden. Beide Konstrukte sind zwar durch die moderne Physik ins Wanken geraten (Heisenberg 1981) und dort durch wahr-scheinlichkeitstheoretische Konzepte ersetzt worden (Planck, 1944), in den Humanwissenschaften aber zumindest vom Anspruch her nicht. Für die empirische Forschung im psychologischen und psychophysiologischen Bereich gilt die experimentelle Manipulation ausgewählter Variablen bei versuchter Konstanthaltung oder zumindest Kontrolle aller Übrigen als die Methode, die am ehesten "kausale" Aussagen über die statistische "Wirkung" von Einzelvariablen ermöglicht.

Verknüpft mit dem Wahrheitsbegriff ist der der Objektivität: Die Wissenschaft hat den Anspruch, "objektiv" zu sein, die "Realitäten" der Welt "objektiv" zu messen. Popper schreibt dabei die Objektivität nicht den Wissenschaft treibenden Einzelindividuen zu, sondern ihrer Gesamtheit. Objektivität bedeutet, daß die Eigenschaften der zu untersuchenden Objekte sowohl unabhängig vom beobachtenden Subjekt als auch

unabhängig vom Zustand des beobachteten Objekts selbst erfassbar sein und erfaßt werden sollen. In der Psychologie und Humanbiologie sind die Objekte aber Menschen, also immer auch Subjekte, bei denen unmittelbarer klar sein könnte, was in die Wissenschaftstheorie der Physik immerhin schon Anfang dieses Jahrhunderts die Quantentheorie brachte: Der Naturprozeß verändert sich durch Beobachtet-Werden, und es kommt auf die Maßeinheit an, ob diese Veränderung zu vernachlässigen und damit zu tolerieren ist oder nicht. Die "wahre" Natur, die "wahren" Eigenschaften eines Gegenstandes oder eines Prozesses sind somit nicht nur nicht absolut exakt zu erfassen, sondern auch nicht in beliebiger Näherung.

Seit den Anfängen der naturwissenschaftlich arbeitenden Psychologie wurden Daten aus Selbstbeobachtung und Introspektion als "unwissenschaftlich" verworfen; schon Wundt (1888, siehe auch Lange, 1888) versuchte eingehend zu begründen, warum Selbstbeobachtungsdaten nicht "objektiv" im Sinn der klassischen Physik sein können - vornehmlich, weil sich die beobachtete Variable in der Selbstbeobachtung ändert und somit nicht mehr ungestört, also "wahr" sein kann. Mit der Selbstbeobachtung, argumentiert Wundt, versuche man etwas zu beobachten, das in diesem Moment gar nicht mehr vorhanden sei. Dieser Einwand trifft zwar zu, gilt aber nicht exklusiv für Selbsteinschätzungsdaten, sondern generell - auch Fremdbeobachtung ändert die "natürlichen" Verläufe, wenn auch je nach Variable und Kombination unterschiedlich, so daß im Moment der Beobachtung tatsächlich nicht mehr ganz dasselbe beobachtet wird, was zuvor vorhanden war. Fremdbeobachtung kann auch Selbstbeobachtungsdaten ändern, zum Beispiel, wenn Vpn bekannt ist, daß gleichzeitig ein "objektives" Maß erhoben wird (Baumann & Dent, 1982). Daß umgekehrt Selbstbeobachtung jede Messung - und nicht nur direkte Selbstbeobachtungsdaten - beeinflußt, wird z.B. in

der Vigilanzforschung als selbstverständlich berücksichtigt (vergleiche Matousek & Petersen, 1983) - und auch in der Schlafforschung bemühte sich schon Michelson (1897) um eine Versuchsanordnung, in der die Vp "vergessen" konnte, überhaupt beobachtet zu werden.

In der Schlaflaborforschung ist insbesondere der First-Night-Effekt bekannt (Agnew et al, 1966), der die Tatsache beschreibt, daß Vpn die erste Nacht im Labor schlechter schlafen als zu Hause. Auch wenn Coble et al (1974) und Kader & Griffin (1983) berichten, dieser Effekt sei nicht notwendig vorhanden und bei guter Versuchsanordnung problemlos auszuschalten, konnte er doch häufiger nachgewiesen werden (Webb & Campbell, 1979, Browman & Cartwright, 1980), sogar bei Polygraphien zu Hause (Coates et al, 1981). Für gewöhnlich werden je nach Untersuchungsziel eine bis vier (Rosadini et al, 1983) sogenannte Adaptationsnächte gefordert.

Auch nach längerer Adaptation sind aber die generellen Beeinflussungen durch die Messung nicht völlig ausgeschaltet. Im ganzen kann es also lediglich darum gehen, die verschiedenen Beeinflussungsmöglichkeiten zu berücksichtigen, nicht darum, bestimmte Datensorten wegen mangelnder Objektivität auszusondern.

Um ein Konzept wissenschaftlich - auch empirisch - zu untersuchen, muß es zunächst definiert sein, das heißt, die Bedeutung, in der zentrale Begriffe verwendet werden, muß so weit klargelegt sein, daß sie hinreichend von anderen unterscheidbar und nicht mit Nebenbedeutungen konfundiert ist. Niels Bohr (Heisenberg, 1973, p 150ff) bezeichnet die Klarheit der Begriffe sogar als wesentliches Unterscheidungsmerkmal zwischen Wissenschafts- und Alltagssprache. Die

Definitionen müssen nicht in jedem Fall logisch hergeleitet, sie können auch operational sein, also begrenzt auf definierte experimentelle Anordnungen (vgl. Werth, 1983, 16). Unabhängig von der Art der Definition muß dann die Form, in der Daten erhoben werden, theoretisch ebenso diskutiert werden wie die Frage danach, was gemessene Daten überhaupt erfassen und inwieweit dies bei der Interpretation intersubjektiv nachvollziehbar ist. Die in den Humanwissenschaften übliche Methode des Herausmittelns von individuellen Unterschieden bei ad hoc erhobenen Daten garantiert jedenfalls nicht die geforderte Objektivität der Messung am fiktiven "idealen" Objekt im klassischen Sinne. Gigerenzer (1981) fordert deshalb für die Psychologie eine individuumszentrierte Meßtheorie, die Objektivität im Sinne von Inter-subjektivität nicht mit Reizzentrierung und Mittelwertbildung verwechselt. Derart begründete Datenerhebung könnte eine kanonischere Grundlage von Wissenschaft darstellen, die, wie Creutzfeld (1976) auch für die Neurobiologie betont, erst in der Entwicklung eines "Funktionsmodells", einer Theorie besteht, die die Daten erklären kann.

In am ehesten als naiv-empiristisch zu bezeichnendem Sinn gilt in der Schlafforschung unreflektiert das EEG bzw. die Polygraphie als "objektives" Maß dessen, was tatsächlich, "real" vor sich geht. Selbsteinschätzungen der Vpn dagegen gelten als "subjektiv" und als nicht ganz ernstzunehmen - empirische "Nachweise", wie "falsch" diverse Selbsteinschätzungsdaten im Vergleich zum objektiven, also "wahren" EEG sind, finden sich in genügender Anzahl (vor allem Schwartz et al, 1963 und Lewis, 1969, aber auch viele andere). - Schlafen und Wachen und das Bewußtsein von beiden werden als elementar erlebt; das "objektive" EEG als solches kann man aber normalerweise nicht beobachten, sich nicht bewußt machen. (Körperliche Aktivitäten, die man selbst prinzipiell

nicht beobachten kann, gibt es häufig; als Beispiel seien nur die sprunghaften Blickbewegungen beim Lesen genannt, vgl. Pöppel, 1985). Die auffälligen EEG-Veränderungen im Schlaf sind aber ein höchst interessantes Korrelat des Verhaltens und Erlebens. Die Polygraphie als "objektives" Meßverfahren kann Erlebensdaten nicht grundsätzlich ersetzen oder korrigieren, ist aber ihrerseits auch nicht zu ersetzen. Sie sollte als selbständige Methode kontinuierlicher Erfassung von Schlafvorgängen neben der punktuellen Selbstbeobachtung stehen. Die verschiedenen Methoden haben also eine jeweils unterschiedliche Berechtigung, sie erfassen die nicht immer deckungsgleichen, verschiedenen Aspekte des facettenreichen Prozesses Schlaf bzw. von Schlafen und Wachen. Selbstbeobachtungsdaten sind nie kontinuierlich - Schlaf ist in der Regel nur retrospektiv wahrzunehmen, indem man sich des Aufwachens bewußt wird und nachträglich Wachzeiten einschätzt; sicher sind deshalb bei Selbsteinschätzungsdaten mehr Filter, also "Fehler"quellen vorhanden als beim EEG.

In dieser Arbeit ist bei unmittelbar schlafbezogenen Daten für gewöhnlich von "polygraphischen" versus "Selbstbeobachtungsdaten" die Rede, statt von "objektiven" versus "subjektiven." Dies bedeutet nicht, daß der Subjektivität im Sinne von "privatem", nur bedingt mitteilbarem Erleben, eine eigene Qualität aberkannt würde. Sie soll nur nicht reduktionistisch etwa EEG-Daten untergeordnet werden, die ihrerseits als "objektiv" bezeichnet würden. Solche Daten sollen gegenübergestellt werden, aber nicht mit der Frage, welche "subjektiven" Daten "richtig" sind und welche nicht; es kann nur um die Frage gehen, wann welche erlebens- und welche physiologischen Daten parallel verlaufen und wann nicht und womit dies unter Umständen zusammenhängt.

1.3 Über das Bewußtsein

Unterscheidet und registriert man Wachen und Schlafen bei sich selbst, wird dies alltagssprachlich für gewöhnlich als Leistung des Bewußtseins beschrieben, als eine Art "Bewußtsein über Bewußtseinszustände", wissenschaftssprachlich dagegen eher selten. "Bewußtsein" ist eine Größe, die von den strengen Behavioristen und Reflexologen als der wissenschaftlich-objektiven, vom Methodischen her experimentellen, Beobachtung als nicht zugänglich betrachtet wurde und deshalb im Grunde als nicht existent. Dies liegt wohl vor allem an dem Verdikt, mit dem die Selbstbeobachtung als Datenquelle belegt war (siehe oben, 1.2), nicht aber an einem Zweifel daran, daß es Bewußtsein überhaupt geben könne. Denn, wie Natsoulas (1981) bemerkt, glaubte wohl auch unter den Behavioristen niemand im Ernst, selbst kein Bewußtsein zu haben, bzw. nicht bewußt zu sein. In der Auseinandersetzung mit dieser Tradition ist auch Stoyva & Kamiyabs (1968) Arbeit über Bewußtsein zu verstehen, die betonen, daß es ihnen darum gehe, verbalen Introspektionsdaten (wieder) zu wissenschaftlicher Reputation zu verhelfen. Sie schließen damit an William James an (1983, Erstauflage 1890), der den Begriff selbstverständlich verwendet und die Existenz unseres eigenen Denkens, unseres Bewußtseins und unserer Introspektionsfähigkeit als "the most fundamental of all postulates of Psychology" betrachtet (James, 1983, p. 185).

Allerdings spricht James in diesem Zusammenhang von Glauben - und bleibt eine Definition schuldig, die nötig wäre, um Bewußtsein als wissenschaftliches Konstrukt zu untersuchen. Schulz (1978) bemerkt in bezug auf die Schlafforschung, daß es bis heute keine Definition von Bewußtsein gebe, und die Skepsis des Physiologen Webb (1983) geht sogar noch weiter: "Consciousness is therefore bereft of scientific respectabi-

lity, one cannot measure what one cannot define. Still less can one ask how it works."

Im Gegensatz zur akademischen Psychologie, die den Begriff 'Bewußtsein' erst im Laufe der 70er Jahre zu rehabilitieren begann (Hilgard, 1980), verwendete die Schlafforschung zumindest den Begriff lange relativ freimütig, allerdings in wenig genauen Definitionen. Oft wurde Bewußtsein mit Wachen gleichgesetzt, Wachen meist mit EEG-definiertem Alpha-Rhythmus (Blake et al, 1939, Davis et al, 1937, Fechner, 1860, Grotjahn, 1932, Kuhlo & Lehmann, 1964, Loomis et al, 1937, Simon & Emmons, 1956). Schlaf war dann das Gegenstück zu Bewußtsein, meist ohne Bezeichnung: Die beiden definierten Gegensätze zu Bewußtsein sind 'Bewußtlosigkeit' und 'Unbewußtes' (Pribram, 1976, Freud, 1969), sind aber von Schlaf wohlunterschieden. Die später erfolgten Gleichsetzungen der sechs Schlafstadien (einschließlich Wach) mit sechs verschiedenen Bewußtseinsstufen sind in dieser Tradition zu sehen (Johnson et al, 1969, Lubin et al, 1969), ebenso deren Zusammenziehen zu dreien, nämlich Wach, REM- und NREM-Schlaf (Johnson, 1970).

Es gibt in der Schlafforschung keine wissenschaftliche Definition von Bewußtsein, die über eine reduktionistische Gleichsetzung mit Neuronenaktivität, wie sie das EEG erfassen kann, hinausginge, obwohl das EEG als Einzelmaß nicht einmal für die Differenzierung von Schlafen und Wachen empfohlen wird (Johnson, 1973). Oft wird mit einem undefinierten alltagssprachlichen Konzept von Bewußtsein umgegangen (Block, 1979, Evans, 1977, Hunt, 1985, Kamiyah, 1969), oder die Definitionen bestehen im Vorstellen von Synonyma, wie "verbal-subjektives Verhalten" (Grings, 1973) oder "perceptual awareness", also Gewahrsein (Broughton, 1975, 1982). Im äußersten Fall wird Bewußtsein als die Summe von Gedächtnis

und Denken vorgestellt (Kleitman, 1957). - Im großen und ganzen wird Bewußtsein auch nicht als untersuchenswert erachtet: in der nahezu umfassenden jährlichen Bibliographie zur Schlaufforschung in "Sleep Research" ist in den letzten Jahren "conscious, -ness" als Schlüsselwort praktisch nie zu finden, höchstens in Zusammenhang mit Bewußtlosigkeit oder Anästhesie.

Die rein psychologischen Definitionen von Bewußtsein sind meist dreistufig. Die Stufen entsprechen jeweils Abstraktionsgraden eines "Wissens um", wobei der verbale Bericht über Introspektion konstituierend ist (Merikle, 1984, Gazzaniga, 1976). Beispielhaft seien die Konzepte von Linschoten (1955), Tulving (1985) und Werth (1983) genannt (Tabelle 1-1), die sich prinzipiell entsprechen, aber von unterschiedlicher wissenschaftstheoretischer Qualität sind.

Tabelle 1-1

Verschiedene Konzepte zu Stufen von Bewußtsein

	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Linschoten (1955)	Leben schlechthin	präreflexiv	reflexiv
Tulving (1985)	a-noetisch	noetisch	autonoetisch
Werth (1983)	Experiment 1.	2.	3. Ordnung

Linschoten stellt seine drei Stufen ohne weitere Erläuterung dar, Reflexion als solche wird nicht definiert. Die "noetische" Charakterisierung des Bewußtseins durch Tulving ist eng an dessen Gedächtniskonzept gebunden (vergleiche Tulving, 1984, siehe auch 4.4 unten). Bewußtsein, dessen höchste Stufe die autonoetische ist, wird als allgemeine Fähigkeit von Lebewesen definiert. Der gedankliche, auch

theoretische Bezug des Lebewesens auf sich selbst, und zwar in Zusammenhang mit seiner eigener Geschichte, ist spezifisch menschlich. Gerade diese Fähigkeit wird durch Hirnverletzungen besonders leicht beeinträchtigt. Diesem "auto-noetischen" Bewußtsein entspricht in der völlig von einem experimentellen Standpunkt aus entwickelten operationalen Definition von Werth (1983) etwa das Experiment 3. Ordnung, in dem 'bewußt' bedeutet, daß eine Vp nicht nur zwischen zwei Reizen unterscheiden kann, sondern auch, daß sie unterscheiden kann, ob sie sich dessen gewahr ist oder nicht.

Von der Neurobiologie her kommende Begriffsbestimmungen sind die von Sperry (1969, 1976) und von Gazzaniga (1976). Gazzaniga (1976, S. 691) beschreibt Bewußtsein als "the system that constructs an internal representation of acquired knowledge and personal actions, and its particular human quality is dependent on the presence of the supermodal process of human language", Sperry (1976) als "dynamic emergent property of cerebral excitation", deren Eigenschaften sich aber von den "normalen" neurophysiologisch meßbaren des Gehirns unterscheiden und darüber hinausgehen, indem sie ordnen und werten. Auch die Definition von Wuketits (1985) ist primär neurobiologisch begründet. Hier wird Bewußtsein mit Selbst-reflexion gleichgesetzt und als Tätigkeit des Gehirns betrachtet, die in systemtheoretischem Sinne eine Hierarchiestufe höher als die reine Neurophysiologie anzusetzen ist, wie sie das EEG erfaßt.

Als Definiens eines wissenschaftlichen Bewußtseinsbegriffs ist zudem der Aspekt der Zeit wesentlich, der in der auto-noesis nur implizit vorausgesetzt ist. Bewußtsein beinhaltet die Unterscheidungsfähigkeit von Gleichzeitigkeit und Ungleichzeitigkeit, von vorher und nachher (Pöppel, 1985, Block, 1979).

Sowohl alltags- als auch wissenschaftssprachlich ist der Begriff Bewußtsein auf das Gehirn als "Ausführungs"organ bezogen. Die Beziehungen zwischen Gehirn und Bewußtsein stehen im Brennpunkt des "Psycho-physischen Grundproblems", in der Philosophiegeschichte als Leib-Seele-Problem bezeichnet, oder noch globaler als Materie-Geist-Problem (vgl. Wuketits, 1985). Darin wird die Frage nach der Natur von Gehirn und Bewußtsein gestellt, die Frage, ob beides getrennte Entitäten sind, wie sie möglicherweise zusammenhängen und sich gegenseitig beeinflussen. - Die Frage wurde über Jahrhunderte dualistisch zu beantworten versucht: Leib und Seele, Gehirn und Bewußtsein wurden tatsächlich als getrennte Entitäten betrachtet, die interagieren können oder auch nicht. Die Reihe der Dualisten reicht von Aristoteles über Descartes bis zu Popper & Eccles (1983; vergleiche Klaus & Buhr, 1975). In einer biologisch begründeten Philosophie werden dagegen eher monistische Ansätze bevorzugt, die aber höchst unterschiedlich ausgestaltet sind (siehe dazu Wuketits, 1985), und die verlassen zu haben einem innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft durchaus zum ernststen Vorwurf reichen kann, so wenn Corner (1976) in einer Kontroverse über das Konzept 'Bewußtsein' Roger Sperry einen verborgenen Dualismus vorwirft. Fahrenberg (1975) betrachtet Leib und Seele im Sinne des quantenphysikalischen Komplementaritätsprinzips als zwei nicht gleichzeitig erfäßbare Aspekte desselben Gegenstandes und erscheint damit noch strenger monistisch als Bertalanffy (1965), der in einem prinzipiell monistischen Modell den Geist als eine auf systemtheoretisch "höherer", integrierender Stufe agierende Aktivität der Materie betrachtet.

Schlafen und Wachen können einerseits als unterschiedliche Aktivitätszustände des Gehirns (möglicherweise nicht nur zwei) betrachtet werden, wobei zumindest der Schlaf von

vergleichsweise klaren Aktivitätskorrelaten in anderen Bereichen begleitet ist, andererseits sind es "subjektive Realitäten". Die Wahrnehmung und die auto-noetische, auch zeitlich selbst-reflexive Einordnung von Schlafen und Wachen hat eigenständige Qualitäten und geht mit der neurophysiologischen Aktivität zwar im großen und ganzen, aber nicht vollständig konform. Bewußtsein wird deshalb in monistischer Art und Weise als eine zeitlich und inhaltlich ordnende, zielgerichtete und wertende Tätigkeit des Gehirns von selbst-reflexivem Charakter definiert, der Begriff im folgenden in dieser Bedeutung verwendet. Ähnlich wie beim Konzept des Elektrons in der Quantenphysik, das Wolf (1985) als analoges vorschlägt, kann vom Bewußtsein nur untersucht werden, was es tut, nicht, was es ist. Bewußtsein ist demnach eine Funktion des Gehirns, nicht das Gehirn selbst oder gar das EEG. Schlafen selbst kann in diesem Sinne für gewöhnlich nicht bewußt sein. Wachen kann bewußt sein, muß es aber nicht. Bewußt wird meist der Übergang vom Schlafen zum Wachen, das Wachen wird vom Schlaf unterschieden, der in diesem Augenblick bereits Vergangenheit ist. Während Aufwachen selbst operational als EEG-Veränderung (zum Beispiel Alpha-Frequenzen) definiert werden kann, ist das Bewußtsein des Aufwachens eine eigene subjektive Erscheinung, eine Fähigkeit des Gehirns, die zu den EEG-Signalen nicht unbedingt parallel sein muß.

2 SCHLAFEN UND WACHEN/MESSUNG UND ERGEBNISSE

Im folgenden sollen die verschiedenen direkten Maße zur Messung des Schlafes und seiner Qualität vorgestellt werden, Indirekte Maße, etwa zur Messung der Vigilanz, Müdigkeit oder Befindlichkeit tagsüber werden nur gestreift. Insbesondere wird auf die Bedeutung der Schlaf-Polygraphie eingegangen, auf die Differenzierung zwischen Schlafen und Wachen auf den verschiedenen Meßebenen sowie deren Zusammenhänge.

2.1 Die Ebenen der Messung

2.1.1 Selbsteinschätzung und Verhaltensmaße

Retrospektive Selbsteinschätzungen von Schlaf beziehen sich auf unmittelbare Schlafvariablen, also Zeitangaben von Schlaflatenzen, Dauer nächtlicher Wachepisoden und Einschätzungen der Aufwachhäufigkeit nachts, sowie auf mittelbare Schlafvariablen, nämlich Schlafqualität allgemein, Schlaf-tiefe und Ausgeruhtheit (Bootzin & Engle-Friedman, 1981, Knab & Engel-Sittenfeld, 1984) und mit Rating- oder Analogskalen erfaßt werden (Görtelmeyer, 1985, Ott et al, 1985). Daneben werden Befindlichkeit und Müdigkeitsstufen tagsüber eingeschätzt (häufig die Stanford Sleepiness Scale, SSS Hoddes et al, 1973 Glenville & Broughton, 1979).

Auch in der von Lichstein et al (1982) vorgestellten Methode sind unmittelbare Selbsteinschätzungen nötig: alle 10 Minuten wird ein Ton gegeben, der unterhalb der Weckschwelle liegt; falls die Vp den Ton bewußt hört, also wach ist, soll sie auf ein Tonband den Satz "Ich bin wach" sprechen. Auch Weckexperimente setzen immer die Selbsteinschätzung der Vp

voraus, die äußern müssen, wann sie wach sind. Gelegentlich wurde auch die Schlaftiefe im Zeitraum vor dem Wecken eingeschätzt (zum Beispiel Gibson et al, 1982, Goodenough et al, 1965, Mendelson et al, 1984, Noble & Lundie, 1974).

Bei den ersten "objektiven" Schlafmessungen vor der Einführung des EEG wurde die Schlaftiefe operationalisiert. Diese Untersuchungen verwendeten Weckreize, nämlich Gegenstände von unterschiedlichem Gewicht, die in bestimmten Zeitabständen auf eine schwingungsfähige Platte fielen und unterschiedlich laute Töne erzeugten (Fechner, 1860, Kohlschütter, 1863); diese Technik, die die Reaktion auf sensorische Reizung mißt, wurde von Michelson (1897) experimentell vervollkommen. Die Vp mußte dabei jeweils ein vereinbartes Signal geben (meist einen Knopf drücken), um mitzuteilen, daß sie wach war. Weckschwellen werden auch heute noch als Kontrollmaße zur Polygraphie oder zur Einschätzung von Medikamenteneffekten verwendet (Bonnet & Webb, 1979), zeigen aber eine wohl individuumsspezifische Ausprägung unabhängig von der Hörschwelle im Wachzustand (Zimmermann, 1970), und sind andererseits von der Art des Tones und einer möglichen Belohnung für "richtige" Reaktionen abhängig (Zung & Wilson, 1961). Neben unterschiedlichen Lautstärken wurde auch die Zeitdauer bis zum Aufwachen bei einem Ton festgelegter Lautstärke als Maß für die Schlaftiefe verwendet (Blake et al, 1939). Schon Loomis et al (1937), später auch Strauch & Schneider-Düker (1978) betonen allerdings, daß die Weckschwelle außer von Lautstärke und -dauer auch von der emotionalen Bedeutung des Tones abhängig ist. Zudem muß das Wachsein vonseiten der Vp signalisiert werden, wobei Wills & Trinder (1978) nachweisen, daß die Art des verlangten Signals (Knopfdruck, Aufstehen, Sprechen, Handbewegung) einen deutlichen Einfluß darauf hat, wann signalisiert wird, und sich damit automatisch auf die Zielgröße "Weckschwelle"

auswirkt. Am einfachsten und mit der geringsten Verzögerung zu bedienen ist sicher ein Knopfdrucksignal, es ist aber wegen Zufallssignalen auch etwas fehleranfälliger als verbale Reaktionen.

Maße zur Differenzierung von Schlafen und Wachen im Verhaltensbereich müssen Indikatoren verwenden. Die mit am frühesten eingesetzten Indikatoren sind genau definierte Verhaltensweisen, die sich durch das Abfallen des Muskeltonus fundamental ändern. Der entsprechende Zeitpunkt wird dann als Schlafbeginn definiert. Dies kann der Zeitpunkt sein, zu dem ein in der Hand gehaltener Gegenstand herunterfällt (es kann dabei beabsichtigt sein, die Vp zu wecken oder nicht, je nachdem wurde Papier verwendet oder Kugeln, die auf Metall aufschlugen: Mullin & Kleitman, 1938, Blake et al, 1939, Fechner, 1860), aber auch der Zeitpunkt, zu dem ein Dauersignal, das die Vp betätigt, endet (Franklin, 1981, Ogilvie & Wilkinson, 1985). Unmittelbar das Abfallen des Muskeltonus zeigt der Aktigraph an (Mullaney et al, 1979, Webster et al, 1982). Auch sensorische, fast immer akustische Wahrnehmungsschwellen, werden häufig zur Definition des Schlafbeginns gemessen (Loomis et al, 1937, Mullin & Kleitman, 1938, Bonnet & Moore, 1982). Sehr selten wurden auch Licht- und taktile Reize eingesetzt, die von Michelson (1897) verwendeten Reaktionen auf Schmerzreize ließen sich nicht erfolgreich verwenden. Selten wird direkt beobachtet oder auf Video aufgenommen (Aaronson et al, 1980), häufiger wird die Atmung gemessen, die im Schlaf zu klarer Bauchatmung wird, und als brauchbarer Indikator für Schlaf gilt (Ogilvie & Wilkinson, 1984), ebenso wie die Veränderung des Hautwiderstands (Gnirss & Schneider, 1977).

2.1.2 Polygraphie

Daß sich das EEG beim Schlaf in charakteristischer Weise ändert, und zwar mit phasischer Regelmäßigkeit, wurde schon kurz nach der Einführung dieser Technik durch Berger (1929) beschrieben (Blake et al, 1938, Loomis et al, 1937, Müller, 1940). Die zyklisch auftretenden Zeiten von EEG-Mustern, die bei erschwerter Weckbarkeit dem Einschlafen ähneln, wurden zunächst ohne Erklärungsmöglichkeit zur Kenntnis genommen (vgl. Müller, 1940). Aserinsky & Kleitman berichteten dann 1953, daß diese Phasen von regelmäßigen schnellen Augenbewegungen und einem deutlichen Abfall der Muskelspannung begleitet sind, Dement & Kleitmann (1957) über die in diesen Phasen bevorzugt auftretenden Traumerlebnisse. Diese Entdeckungen hatten einen enormen Aufschwung der Schlafforschung zur Folge.

Nach unterschiedlichen nationalen Lösungen (Loomis et al, 1937, Kleitman, 1963, Erstauflage 1929 vgl. auch Müller, 1940), deren Uneinheitlichkeit Jouvett (1967) beklagt (und daß eine verbindliche Lösung so schwierig ist, belegt er damit, daß sie von so vielen Berufsgruppen verstanden werden müsse - "sogar von Psychologen"), legten federführend Rechtschaffen & Kales 1968 ein Manual zur Erhebung und Auswertung der Schlaf-Polygraphie vor, das sich seitdem international durchgesetzt hat. Als Standard gilt demnach die Ableitung eines zentralen EEG-Kanals (C3 - A2 oder C4 - A1), EOG und EMG am Mundboden, oft auch ein Atmungsgürtel zur Erfassung möglicher Apnoen. Für Pharmakaprüfungen werden häufig mehrere EEG-Kanäle abgeleitet, auch Agnew & Webb (1972) und Bonnet & Webb (1979) bezeichnen drei EEG-Kanäle als Standard. Die Zeit wird in 30-Sekunden-Epochen eingeteilt, die Schlaftiefe bzw. -qualität in sechs Stadien: außer Stadium Wach (oft auch Stadium 0), das definiert ist durch Alpha-

bzw. schnelle, unregelmäßige Beta-Wellen, oft mit schnellen Augenbewegungen, werden je nach vorherrschendem EEG-Muster die Stadien 1 - 4 Non-REM (NREM) definiert. Dabei gilt für Stadium 1: Thetarhythmus, 4 - 7 Hz; Stadium 2: Thetarhythmus mit Spindeln, 12 - 14 Hz für mindestens 0,5 sec, und/oder K-Komplexen, isolierte Deltawellen, 1 - 2 Hz, 75 μ V; Stadium 3: 20 %; und Stadium 4: 50 % Deltawellen; außerdem Stadium REM, was vom EEG her dem Stadium 1 entspricht, schnelle Augenbewegungen (REMs) und einen Muskeltonus von weniger als 5 Mikrovolt aufweist, sowie MT als wegen Muskelartefakten nicht auswertbare Zeiten. Ein REM-NREM-Zyklus umfaßt etwa 90 bis 100 Minuten. - Aus den Stadien-Zuordnungen können eine ganze Reihe relevanter Parameter berechnet werden, die wesentlichsten sind die absoluten Zeiten und Anteile einzelner Stadien TS_i (i = Stadium i , TS = total stage), % i , die Schlaflatenz (SL), die Gesamtzeit im Bett (TIB, time in bed), die Gesamtschlafdauer (TST, total sleep time, das ist TIB ohne Wachzeiten) und die Schlafeffizienz (SE, Verhältnis von TIB und TST).

Kritik an den Rechtschaffen-Kales-Regeln wurde im Laufe der Zeit immer wieder geäußert. Zur Ableitungstechnik ist vor allem anzumerken, daß die elektrische Aktivität des Gehirns in der Regel nicht an allen Orten gleichmäßig ausgeprägt ist, daß unterschiedliche Hirnareale auch zu unterschiedlichen Zeiten "einschlafen" (Davis et al, 1937, Kuhlo & Lehmann, 1964, Lavie, 1985, Webb, 1983). Es ist möglich, daß dies schlafgestörte Individuen in besonderem Maße betrifft und daß deshalb gerade bei diesem Personenkreis das zentrale EEG nicht ausreichend ist. Vor allem für klinische Gruppen wurde auch die Dauer der Scoringepochen mit 30 Sekunden als zu lange kritisiert (Borkovec et al, 1981), da dabei die oft sehr häufigen und kurzfristigen Zustandsänderungen nicht mehr zum Tragen kommen können. Kurze, 5 bis 10 Sekunden

dauernde, Alpha-Einschübe können im REM-Schlaf (Johnsen, 1973) vorkommen, und zwar in Abhängigkeit von der Alpha-Höhe tagsüber, bei Schlafgestörten aber auch im Tiefschlaf (Alpha-Delta-Schlaf, Hauri & Hawkins, 1973), gelegentlich auch unspezifisch (Halasz et al, 1977). Daß solche kurzen Alpha-Episoden durchaus mit dem subjektiven Gefühl der Vp von Wachsein einhergehen können, ohne daß sie wegen ihrer kurzen Dauer überhaupt Einfluß auf die Stadienscorung haben, haben auch Anch et al (1982) mit einem Verhaltenssignal gezeigt und dabei kritisiert, daß kurze, vorübergehende Wachperioden in der üblichen Auswertung von 30sec-Epochen nicht berücksichtigt werden können. Auf der anderen Seite kann z.B. eine 20sec-Zeitspanne Alpha bei der Auswertung einmal dazu führen, daß eine 30-sec-Epoche als Stadium Wach gewertet wird, das andere Mal nicht, je nachdem, ob sich die 20 sec auf eine Epoche beschränken oder auf zwei verteilen. Die generell durch das Delta-Prozent-Kriterium willkürlich erscheinende und auch nicht in allen Fällen reliable Differenzierung zwischen den Stadien 3 und 4 führte auch schon generell dazu, daß von Stadium 3 und 4 zusammen als Tief- oder Delta-Schlaf gesprochen wird (slow-wave sleep, SWS). Es gibt auch neue Scoringvorschläge (Azumi et al, 1985, Naitoh et al, 1982), die nur noch Spindel-, Delta- und REM-betonte Zeiten unterscheiden wollen.

Einen völlig anderen Zugang zur Einordnung des EEGs stellt die Spektralanalyse dar. Hier werden die Anteile der Frequenzbänder bzw. die Dichte eines Bandes automatisch berechnet, und zwar kontinuierlich für die ganze Nacht (Borbely-Gruppe, Dumermuth et al, 1983, Johnson, 1970, 1973). Damit sind Verläufe und kurzfristige Veränderungen der Hirnaktivität erheblich besser zu erfassen als mit der visuellen Scoring nach Rechtschaffen & Kales (1968). Der hohe Aufwand für Rechnerkapazität und die naturgemäß hohe Artefaktanfäl-

lichkeit jeder automatischen EEG-Auswertung werden einen völligen Ersatz der visuellen Scoring aber wohl ausschließen.

2.2 Die Differenzierung zwischen Schlafen und Wachen

2.2.1 Definitionen des Schlafbeginns

Der Beginn des 6 - 8stündigen Nachtschlafs unterscheidet sich in einigen Aspekten von späteren Phasen: der Schlaf ist zu dieser Zeit leichter störbar, die Weckschwelle ist niedrig und die Wiedereinschlaflatenz hoch (Bonnet & Webb, 1979), es treten die von Müller (1843) so genannten "phantastischen Gesichterscheinerungen" auf, die sich in Inhalt und Realitätsnähe, aber auch in der bewußten Einschätzung von Nachträumen unterscheiden, und am Anfang der Nacht sowohl nach Wecken bei langsamen Alpha-Frequenzen als auch in Stadium 1 und 2 berichtet werden (Foulkes & Vogel, 1965). Wie lange diese "besondere Zeit" anhält, ist strittig, immerhin gilt der erste REM-NREM-Zyklus für gewöhnlich als beachtenswerte Besonderheit unter Schlafforschern (beim Kongreß der Sleep Research Society 1985 war ihm ein ganztägiges Symposium gewidmet).

Die psychologisch-erlebnismäßige Komponente beschreibt Lin-schoten (1955) in seiner "Phänomenologie des Einschlafens". Er legt besonderen Wert darauf, daß psychologisch das Erleben durch den (bewußten) Verzicht auf eine Aktivität geistiger oder körperlicher Art geprägt ist (Seite 88), man sich morgens zum Teil daran erinnern kann und es teilweise sogar dem unmittelbaren Erleben zugänglich ist. Dieses "Gefühl des Einschlafens", das durch eine Art "Wegdriften" charakterisiert werden kann, konnten Vpn in experimentellen Anordnungen unmittelbar zeitlich orten und mit Verhaltenssignalen

mitteilen (Kuhlo & Lehmann, 1964). Allerdings führt das Sichbewußtmachen des Einschlafens zu Störungen des Schlafs und zum Aufwachen, was sicher der Grund dafür ist, daß diese Maße eher bei Tagschlafuntersuchungen erhoben werden (Davis et al, 1937).

Eine Messung des Schlafbeginns muß deshalb Indikatoren verwenden (siehe oben), seien es die genannten Verhaltensweisen, die sich bei Muskeltonusabfall ändern (Gegenstände halten), seien es sensorische Schwellenmessungen, die instrumentelle Reaktionen der Vpn voraussetzen. Für die Weck-schwellen berichten Bonnet & Moore (1982) von einem stetigen Ansteigen für acht Minuten, wobei die Geschwindigkeit des Ansteigens ab dem Auftreten von Spindeln zunimmt. Daß schon in der Einschlafphase die sensorische Aufnahmefähigkeit abgesenkt ist, zeigt sich auch daran, daß Vpn, sind sie erst einmal wach, sich über den Lärm beschwerten, auch wenn sie bei 5 dB weniger noch gar nicht reagiert hatten (Loomis et al, 1937). – Auch die Reaktionszeiten auf akustische Reize steigen kontinuierlich, sie sind in Stadium 2 auch zu Beginn des Schlafs länger als in Stadium 1 (Gibson et al, 1982, Redington et al, 1981, Ogilvie & Wilkinson, 1984). Obwohl also mit dem Verhaltensmaß ein Einschlafzeitpunkt definiert wird, verändern sich real weder Muskeltonus noch die Weckschwelle oder Reaktionszeiten wirklich abrupt.

Auch in der Polygraphie ist lange untersucht worden, welcher Indikator am sinnvollsten den Schlafbeginn markieren soll, wobei vor allem auf gute Korrespondenz mit Verhaltens- und Selbsteinschätzungsdaten geachtet wurde. Es gibt zwar schlaf- und wachtypische Frequenzen, diese sind aber nur auf dem Hintergrund des Verhaltens sinnvoll einzuordnen, für sich allein ist das EEG mehrdeutig (z.B. ist Alpha-Delta-Schlaf trotz Alpha-Frequenzen Schlaf, nach Hirnverletzungen

können im verhaltensmäßigen Wachzustand Delta-Wellen gemessen werden; Thetawellen sind bei abnehmender Vigilanz im Wachzustand zu sehen, außerdem in Stadium 1 und im REM-Schlaf).

Davis et al (1937) halten den Zeitpunkt des Abnehmens der Alphafrequenzen für den Schlafbeginn, eine Definition, die durch den gleichzeitigen Muskeltonusverlust (siehe oben, Blake et al, 1939, Mullin & Kleitman, 1938) bestätigt bzw. validiert schien. Loomis et al (1937) dagegen betrachten erst den Beginn von klarem Stadium 1 (damals B) an einem Ableitungsort als Kriterium für Schlafbeginn, und Rechtschaffen & Kales (1968) diskutieren in ihrem Manual die Frage gar nicht; da Stadium 1 gegenüber Stadium Wach eindeutig als Schlaf definiert ist, muß implizit davon ausgegangen werden, daß für sie die erste Epoche Stadium 1 den Schlafbeginn markiert. Dieses Kriterium wird heute vor allem in Tag-schlafuntersuchungen angewendet (Leonard, 1986), z.B. auch beim Multiple Sleep Latency Test (MSLT), wo Versuchspersonen sich alle zwei Stunden hinlegen und die Müdigkeit durch die Latenz bis zur ersten Epoche Stadium 1 operationalisiert wird (Carskadon & Dement, 1981, 1982). Bei Nachtschlafuntersuchungen dagegen wird zumindest ein längerer Zeitraum Stadium 1 gefordert, um die erste Epoche Stadium 1 als Schlafbeginn werten zu können: Noble & Lundie (1974) fordern eine Minute, Billiard (1979) 5 Minuten, Sewitch (1984 a, b) 10 Minuten, Bixler et al (1984) eine Minute, die aber von Schlafstadium 2 oder tiefer gefolgt sein muß.

Neben dem Beginn von Stadium 1 bzw. dem Aufhören der Alpha-Wellen wurde der Beginn von Stadium 2, also das Auftreten von Spindeln und/oder K-Komplexen als Kriterium für Schlafbeginn diskutiert (Agnew & Webb, 1972): bei Tagschlafversuchen hatten die gesunden Vpn mit höherer Wahrscheinlichkeit

angegeben, geschlafen zu haben, wenn sie in Stadium 2 statt nur in Stadium 1 gekommen waren. Da zudem die Wertung von Stadium 2 eine größere Auswerterobjektivität aufweist, argumentierten Agnew & Webb (1972) dafür, die erste Spindel, also den Beginn von Stadium 2, als Marke für den Schlafbeginn einzuführen. Auch Johnson (1973, 328) plädiert dafür, Stadium 1 zumindest zu Schlafbeginn noch nicht als echtes Schlafstadium zu werten, sondern als "transitional period between awake and asleep", auch aufgrund von Spektralanalysen, denen zufolge spindel- und/oder deltageprägte Schlafzeiten deutlich von Stadium 1 zu trennen sind. Auch die Amplitude evozierter Potentiale sinkt erst mit dem Auftreten von Spindeln (Tizard, 1966).

Das wichtigste Paradigma zur Untersuchung bzw. Definition des Schlafbeginns sind Weckexperimente, in denen das Verhältnis von EEG und Bewußtsein der Vp unmittelbar überprüft werden kann. Gibson et al (1982) weckten gesunde Vpn (N = 5) direkt nach dem Auftreten der ersten Spindel; alle gaben Übereinstimmend an, zuvor noch nicht geschlafen zu haben. Dasselbe berichten Coates et al (1983) von ihren 2 X 12 gematchten schlafgestörten und gesunden Vpn (Messungen zu Hause), wobei immerhin 9 von 12 Gesunden und 4 von 12 Schlafgestörten wenigstens meinten, "gedöst" zu haben. Auch bei Borkovec (1982) und Antrobus & Saul (1980) geben selbst die Gesunden, in größerem Ausmaß aber die schlafgestörten Patienten beim Wecken an, wach gewesen zu sein, auch noch längere Zeit nach der ersten Spindel, obwohl die sensorische Hörschwelle sofort beim Auftreten der ersten Spindel rapide ansteigt (Bonnet & Moore, 1982). 2 - 4 Minuten nach der ersten Spindel können dann als Schwelle im Sinne der Psychophysik angenommen werden: zu diesem Zeitpunkt gibt immerhin die Hälfte gesunder Vpn an, geschlafen zu haben (Bonnet & Moore, 1982, N = 12). 10 Minuten nach der zweiten Spindel

hat sich das Bild deutlich gewandelt; die meisten der gesunden Vpn von Coates et al (1983) sprechen zu diesem Zeitpunkt davon, entweder geschlafen oder zumindest gedöst zu haben. Von den Schlafgestörten glaubte die Hälfte aber auch noch zu diesem Zeitpunkt, wach gewesen zu sein. 16 Minuten nach der ersten Spindel geben bei Bonnet & Moore (1982) 90 % an, geschlafen zu haben.

Faßt man die Befunde zusammen, so fällt auf, daß sich alle Maße eher kontinuierlich als abrupt ändern, sowohl das EEG als auch die Hörschwelle, selbst die Verlangsamung der Atmung (Ogilvie & Wilkinson, 1984), insbesondere aber die Wahrnehmungssicherheit. Dazu kommt, daß diese eher kontinuierlichen Übergänge bei den einzelnen Systemen auch zeitlich nicht ganz übereinstimmen. Nicht einmal der Aktivitätszustand der verschiedenen Hirnareale ändert sich gleichzeitig (Davis et al, 1937, Webb, 1983). Theoretisch muß deshalb eher von einer Übergangsperiode zwischen Wachen und Schlafen als von einem punktuell definierbaren Wechsel ausgegangen werden, und schon Davis et al (1937) bezeichneten deshalb die Suche nach dem exakten Einschlafzeitpunkt als "bedeutungslos".

Trotzdem wurde und blieb die Schlaflatenz, deren Bestimmung an ein exakt definiertes Einschlafkriterium gebunden ist, eine der wichtigsten Variablen in der Schlafforschung, sei es, weil retrospektiv ein Einschlafzeitpunkt erinnert wird, sei es zur genaueren Einschätzung von Pharmakawirkungen, sei es, daß sich die Idee des Einschlafzeitpunkts einfach eingebürgert hatte und als unerläßlich erachtet wurde. Seit Agnew & Webb (1972) wird jedenfalls in der Mehrzahl der Veröffentlichungen die erste Spindel als Schlafbeginn angenommen, oft mit zusätzlichen Bedingungen, insbesondere nach der Kontinuität für Stadium 2, zum Beispiel bei van Eggeren et al

(1981), Gross & Borkovec (1982), Spielman et al (1980), und neuerdings hat Webb (1986) selbst für junge Erwachsene 5 Minuten konsolidiertes Stadium 2 als Kriterium vorgeschlagen, für ältere Menschen 10 Minuten (Webb & Schneider-Helmert, 1984). Speziell für Schlafgestörte, die gelegentlich unter einem unterbrochenen Einschlafprozeß leiden, schlugen Hauri & Olmstead (1982) vor, erst den Beginn einer 15 Minuten dauernden Zeitspanne "konsolidierten Schlafs" in Stadium 2 oder tiefer als echten Schlafbeginn zu werten. In der vorliegenden Arbeit wird in Anlehnung an die üblichen Kriterien die erste Epoche Stadium 2 als Schlafbeginn gewertet, das Kriterium von Hauri & Olmstead wird zusätzlich verwendet. Die theoretischen Vorbehalte gegen die Annahme eines exakten Zeitpunktes überhaupt werden dabei im Auge behalten.

2.2.2 Aufwachepisoden

Das Aufwachen ist nicht annähernd so gut untersucht wie das Einschlafen. Phänomenologisch berichtet lediglich Grotjahn (1932) die Ergebnisse langer Selbstbeobachtungsreihen für das Erwachen am Morgen. Theoretisch ist spontanes Erwachen, entweder nachts intermittierend oder morgens, vom Erwachen nach Wecken zu trennen, wobei klassisch experimentelle Untersuchungen an Wecken gebunden sind. Am eindeutigsten ist das Aufwachen, wenn die Vp sich eindeutig "wach" verhält, nämlich aufsteht (abgesehen vom Schlafwandeln, das im klaren EEG-Stadium 4 stattfindet, und ein eigenständiges Phänomen darstellt). Da sie das aber gewöhnlich nicht sofort nach dem Aufwachen tut, und bei kurzen Aufwachepisoden nachts auch nicht immer, stellt sich das Problem, wie Aufwachepisoden meßtechnisch zu erfassen sind.

In Weck-Experimenten wird - wie immer - ein Ton verwendet,

bis die Vp angibt, wach zu sein bzw. den Ton zu hören (Signal oder Sprache). Meist soll sie dann Träume berichten oder Leistungstests durchführen, so daß das Aufwachen eine Voraussetzung für die Untersuchung ist. Es korreliert zwar notwendig mit dem Bewußtsein der Vp, muß aber selbst nicht im Brennpunkt der Untersuchung stehen. Gelegentlich wird gefragt, wie tief (Gibson et al, 1982, Bonnet & Moore, 1982), beziehungsweise, ob die Vp überhaupt geschlafen hatte (Coates et al, 1983, Goodenough et al, 1965). Goodenough et al (1965) "weckten" auch in EEG-definierten Wachstadien. Die subjektive Sicherheit, vor dem Weckereignis geschlafen zu haben, hängt nach Sewitchs (1984 a) Befunden nicht nur am Anfang der Nacht, sondern auch später, von der Dauer des vorangegangenen konsolidierten Schlafes ab. Dies gilt für NREM-Schlaf, Wecken aus dem REM-Schlaf führte unabhängig von seiner Dauer zu Schlaf- (oft Traum-)berichten. Ebenfalls unmittelbare Selbsteinschätzungs- oder Bewußtseinsdaten erhält man, wenn man Vpn auffordert, selbständig Signale zu geben, sobald sie sich (spontan) "wach" fühlen. In diese Kategorie fallen Vorrichtungen wie die von Ogilvie & Wilkinson (1985), mit denen Dauersignale gegeben werden sollen, die durch den Muskeltonusabfall im Schlaf unterbrochen, aber wieder aufgenommen werden, sobald die Vp merkt, daß sie nicht mehr signalisiert (sie muß also schon so weit wach sein, daß ihr das auffällt). Prinzipiell entsprechen dem Signale, die Anch et al (1982), Campbell & Webb (1981) und Langford et al (1972) ihren Vpn zu geben auftrugen, falls sie sich wach fühlten.

Die problematischsten Selbsteinschätzungsdaten kommen durch Abfragen am Morgen über Anzahl und Dauer der Aufwachepisoden zustande. Derartige Berichte gehen durch mehrere Filter: Die Episode als solche muß wahrgenommen, von anderen differenziert, in ihrer Länge eingeschätzt und trotz oft sofort

wieder eintretendem Schlaf bis zum Morgen gespeichert werden. Reine Verhaltensmaße, die nicht zumindest instrumentelle Leistungen der Vp sind, sind Muskeltonus- und Bewegungsmessungen. Obwohl Wilde-Frenz & Schulz (1983) eine hohe Übereinstimmung zwischen EEG-Schlaf tiefe und Anzahl der Körperbewegungen berichten, sind Körperbewegungen als solche nicht ausreichend geeignet, Aufwachepisodes zu kennzeichnen, da sie im Schlaf auch ohne sonstige Aufwachanzeichen auftreten.

Polygraphisch wird nach den Rechtschaffen-Kales-Regeln jedes Auftreten von Frequenzen im Alpha-Bereich als Wach gewertet; ob solche Zeiten in der Auswertung dann tatsächlich als Aufwachepisodes erscheinen, hängt von ihrer relativen Dauer im Vergleich zur gewählten Epochenlänge ab (mindestens 10 sec bei 20-Sekunden-Epochen, 15 bei 30-Sekunden-Epochen, falls der ganze Zeitraum in einer Epoche liegt, andernfalls entsprechend mehr). Loomis et al (1937) bewerten 10 sec Alpha als Wach, Williams et al (1966) noch kürzere Episodes. Manche Autoren (Lewis, 1969, Sewitch 1984 a, b, Webb & Schneider-Helmert, 1984 a) werten erst 60 sec Alpha als Wachepisode, manche geben keine Definition und beziehen sich einfach auf Rechtschaffen & Kales, differenzieren aber zum Teil zwischen längeren und kürzeren Episodes (z.B. Baekeland & Hoy, 1971, Spiegel & Nüesch, 1977, Schwartz et al, 1963). Kürzere Alphaeinschübe, die von der Dauer her (<10 oder <15 sec) in der Rechtschaffen-Kales-Scorung nicht erscheinen, dennoch vor allem bei Schlafgestörten häufig vorkommen, werden oft als arousals bezeichnet und gelegentlich separat vermerkt (Badia et al, 1984, Halasz et al, 1977). Alle EEG-Definitionen von Aufwachepisodes sind Fortschreibungen der EEG-Validierungsuntersuchungen beim Einschlafen und darüber hinaus nur EEG-intern begründet. Da sie aber nur schwer an Verhaltens- und aktuellen Selbsteinschätzungsdaten zu vali-

dieren sind, muß im neurophysiologischen Bereich wohl weiterhin mit solchen Setzungen gearbeitet werden.

2.3 Normaler Schlafverlauf - die verschiedenen Ebenen

Die Polygraphie ist abgesehen von Bewegungsmessungen das einzige Schlaf-Meßverfahren, das kontinuierlich über Stunden hinweg, etwa die ganze Nacht, sich verändernde Daten liefern kann, mit dem also Verlaufsmessungen durchgeführt werden können. Der polygraphische Schlafverlauf sowie die absolute Menge, aber auch die relativen Anteile der Stadien an der Gesamtzeit ändern sich vom Säuglings- zum Greisenalter stark; da die Werte aber inter- und zum Teil sogar intra-individuell sich sehr stark unterscheiden, gibt es keine echten Normen (auch die von Roehrs, 1984 genannten für Erwachsene mittleren Alters können nicht als Normen bezeichnet werden). Am häufigsten wurden junge Erwachsene untersucht (Studenten). Bei dieser Population gibt Schulz (1978) etwa folgende Prozentanteile der einzelnen Stadien an: 5 % Stadium 1, 50 % Stadium 2, 5 % Stadium 3, 15 % Stadium 4, 25 % Stadium REM (Lund, 1980, Williams et al, 1974, geben noch zusätzlich eine Variationsbreite an, die als normal anzusehen ist). Vom Verlauf her können etwa 4 - 6 REM-NREM-Zyklen beobachtet werden, von je ca. 90 - 100 Min. Dauer. Im ersten REM-NREM-Zyklus findet sich der größte Tiefschlafanteil der Nacht, er wird von einer relativ kurzen REM-Phase abgeschlossen, die unter Umständen auf fünf Minuten begrenzt sein kann. Die REM-Phasen werden im Laufe der Nacht länger, der Tiefschlaf nimmt ab und kommt in den letzten Zyklen oft gar nicht mehr vor. Der Schlaf ist also nicht nur kein einheitlicher Zustand, wie man früher ja angenommen hatte, sondern er ist auch in sich sehr regelmäßig dynamisch gegliedert. Bei älteren Personen findet sich generell weniger Tiefschlaf (Blois et al, 1983, Spiegel, 1982), der Schlaf

ist auch eher fragmentiert (häufiges Erwachen nachts, Mittagsschlaf, Carskadon et al, 1982). Bixler et al (1984) berichten allgemein von einer hochsignifikanten Korrelation zwischen Alter und Dauer von Stadium Wach ($r = .53$, $N = 100$). Die qualitativen EEG-Unterschiede zwischen älteren und jüngeren Personen, die sich aber nicht auf die Stadienscorung auswirken müssen, betont Johnson (1973), Webb & Dreblow (1982) wollen bei älteren Personen sogar überhaupt schwächere Kriterien für die Wertung von Delta-Schlaf anwenden.

Unabhängig vom Alter können äußere Gegebenheiten den normalen Verlauf ändern: Schlafdeprivation erhöht je nach Dauer zunächst den Tiefschlafanteil (Benoit et al, 1983), später auch den REM-Anteil. Die Auswirkungen extensiver sportlicher Betätigung werden nicht einheitlich gesehen (Bunnell et al, 1983, und Shapiro et al, 1981, berichten über eine signifikante Steigerung des Tiefschlafs, Horne & Pettit, 1984, nicht). Potter & Heron (1972) konnten ein Ansteigen der Schlafzeit bei Langeweile und speziell bei sensorischer Deprivation beobachten. Allerdings bleiben auch unter zeitgeberfreien Bedingungen, in denen sich der zirkadiane Rhythmus auf durchschnittlich 25,4 Stunden verlängert (Aschoff, 1984) die Anteile von einem Drittel Schlaf zu zwei Dritteln Wachheit etwa erhalten. Bewegungen und Verhaltensäußerungen in Form von Dauersignalen (Ogilvie & Wilkinson, 1985, Franklin, 1981) treten umso seltener auf, je tiefer der Schlaf ist (REM liegt dabei zwischen Stadium 1 und 2, Wilde-Frenz & Schulz, 1978).

Verläufe der Weckschwelle bzw. der Weckreaktionszeiten sind naturgemäß nicht so kontinuierlich zu bestimmen wie polygraphische oder in gewissem Sinne auch Bewegungsmaße. Aber auch in Abständen vorgenommene Weckschwellenprüfungen (Michelson, 1997) weisen rhythmische Veränderungen auf, die etwa den

REM-Zyklen entsprechen dürften (Einzelfälle). Die Weckschwelle der 12 Vpn von Bonnet & Moore (1982) stieg rapide in den 8 Minuten nach der ersten Spindel, und dann noch leicht bis 140 Min. (länger wurde nicht untersucht); ein Abfallen (etwa im REM) wird nicht berichtet. Mit Verzögerung im Vergleich zum Anstieg der Weckschwelle berichten dann die Vpn beim Wecken auch selbst, geschlafen zu haben, die Wahrscheinlichkeit für diese Einschätzung "Schlaf" hängt bei Bonnet & Moore (1982) vom zeitlichen Abstand zur ersten Spindel ab, weniger die subjektive Sicherheit dieser Einschätzung. Sewitch (1984 a, N = 12) berichtet von einem differentiellen Zeitfaktor: im NREM war die Wahrscheinlichkeit für die Angabe, direkt vor dem Wecken geschlafen zu haben direkt proportional zur vorangegangenen Schlafdauer; im REM war dieser Effekt nicht nachzuweisen, beim Wecken aus REM war die Sicherheit des Urteils, zuvor geschlafen zu haben, immer relativ hoch.

"Subjektive" Morgenberichte können nur punktuelle Daten zum Schlaf selbst bzw. seiner Dauer liefern, außerdem globale Einschätzungen von Schlaftiefe und Ausgeruhtheit. Bonnet & Webb (1979) stellen fast bedauernd fest, daß sich ein vergleichsweise hoher Anteil von Schlafuntersuchungen damit befaßt, Ergebnisse der verschiedenen Meßebenen zu vergleichen, im wesentlichen alle möglichen Maße mit der Polygraphie. "Neue" Maße werden für gewöhnlich daran gemessen, wie nahe sie Polygraphiedaten kommen (z.B. Ott et al, 1982). Obwohl die Einordnung polygraphischer Daten zumindest am Anfang der Nacht an Verhaltensdaten validiert wurde (siehe oben), wird umgekehrt gern untersucht, inwieweit Individuen die Polygraphiewerte "richtig" einschätzen können. Dieser Ansatz gipfelt in Arbeiten wie der von Lewis (1969), wo Unterschiede zwischen Morgenberichten von Schlaf latenzen bzw. Aufwachepisoden und Polygraphie schlichtweg als "Feh-

ler" der Selbstbeobachtung bezeichnet werden. Morgenberichte über die Schlaflatenz stimmen bei Gesunden mit den polygraphischen Befunden meist gut überein, bei Patienten weniger (Coursey et al, 1975, Frankel et al, 1976). Berichte über Aufwachepisoden unterscheiden sich häufiger von der Polygraphie, was bei der eher willkürlich erscheinenden polygraphischen Definition von Aufwachepisoden nicht verwundert, die morgens eingeschätzte Anzahl ist immer kleiner als die polygraphisch gemessene (Sewitch, 1984 b). Baekeland & Hoy (1971) fanden lediglich gute Korrespondenzen, falls nur längere polygraphische Aufwachepisoden als solche gewertet wurden. - Nächtliche direkte Verhaltenssignale beim Aufwachen (Langford et al, 1972, Campbell & Webb, 1981, Anch et al, 1982) setzen nach bisherigen Befunden zwar häufig das Auftreten von Alpha-Wellen voraus, dies ist aber höchstens eine notwendige, keineswegs eine hinreichende Bedingung: Es gibt eine hohe Anzahl sogar erheblich länger dauernde Zeiten mit Alphafrequenzen, die nicht als Wachen wahrgenommen werden (Campbell & Webb, 1981); allerdings korreliert die Anzahl der morgens berichteten Wachepisoden bei Anch et al (1982) hoch mit der Anzahl der nächtlichen Signale.

Die Weckschwelle ist neben der Selbsteinschätzung das wesentliche Validierungsmaß vor allem für die Bestimmung der Schlaflatenz; sie ist also naturgemäß zumindest beim Einschlafen ein Maß, das mit der Polygraphie hoch korreliert ist. Bei Personen, die sich selbst als gute Schläfer einstufen, sind im großen und ganzen in den meisten Studien gute Übereinstimmungen der verschiedenen Meßebenen nachgewiesen worden. Die Maße unterscheiden sich für gewöhnlich stärker, wenn man sie bei Schlafgestörten vergleicht (siehe dazu Kapitel 3).

3 SCHLAFSTÖRUNGEN

3.1 Epidemiologie, Diagnostik und Ätiologie der Schlafstörungen

In einer epidemiologischen Studie der 70er-Jahre zur Häufigkeit psychiatrischer Erkrankungen in der Bundesrepublik ergab sich, daß 13,5 % der Allgemeinbevölkerung an chronischen schweren Schlafstörungen litten, die akut behandlungsbedürftig waren (Dilling, 1985). Insgesamt gab mehr als ein Viertel der Befragten an, in irgendeiner Form unter Schlafstörungen zu leiden. Etwa die Hälfte der Patienten in Allgemeinpraxen klagt über Schlafstörungen, bei einem Viertel sind Schlafstörungen das wesentliche Symptom. Die Zahlen für die USA sind ganz ähnlich (Solomon et al, 1979: etwa ein Drittel der Erwachsenen, Carskadon et al, 1976 berichten über eine epidemiologische Studie, in der 13 % der Männer und 26 % der Frauen als behandlungsbedürftig schlafgestört diagnostiziert worden waren). Dementsprechend sind die am häufigsten überhaupt verschriebenen Medikamente schlafanstößende Präparate und Beruhigungsmittel, vorwiegend Benzodiazepine (Solomon et al, 1979). Weit über 50 % der psychiatrischen Patienten klagen über Schlafstörungen (vgl. Gnirss & Schneider, 1977: 70 %, Sweetwood et al, 1980). Hierzulande werden Schlafstörungen in der Regel mit zu wenig Schlaf gleichgesetzt, seien es Einschlaf- oder Durchschlafstörungen, in den USA dagegen berichten Coleman et al (1982) bei 5000 polygraphisch wegen irgendeiner Art von Schlafstörungen untersuchten Patienten nur von 31 %, die unter chronischen Ein- und/oder Durchschlafstörungen litten. Dieses Leiden wird allgemein als Insomnie bezeichnet, obwohl der Ausdruck nicht zutrifft: Die Patienten schlafen zu wenig, nicht gar nicht; die Alternative "Hyposomnie" ist als Graecolatinismus dem allerdings auch nur bedingt vorzuziehen.

Die wesentlichste und älteste diagnostische Unterscheidung, die therapeutische Implikationen hat, ist die zwischen primärer und sekundärer Insomnie, sekundär im Sinne von "durch andere Erscheinungen verursacht". In die Kategorie der sekundären Insomnien fallen nicht nur die bekannten Schlafveränderungen durch kurzfristig reversible äußere Einflüsse (Lärm, Hitze, Zeitverschiebungen bei Transmeridian-Flügen, Schichtarbeit) oder durch längerdauernde schwere körperliche und psychiatrische Erkrankungen wie Karzinome, Enzephalitiden, endogene Psychosen, bzw. Syndrome wie starke Schmerzen, sondern auch eine ganze Reihe von Schlafstörungen, die zunächst primär anmuten, sich aber bei polygraphischen Untersuchungen als von Apnoen (plötzlichen Atemstillständen im Schlaf) oder Myoklonien (nicht kontrollierbare Muskelkontraktionen im Schlaf) verursacht herausstellen (für einen Überblick siehe Bixler et al, 1982 a,b). Die rebound-Insomnie, die nach dem Absetzen von Benzodiazepinen auch bei Gesunden auftritt (Kales et al, 1978, vgl. auch Lewis, 1969, Brezinowa et al, 1975), sowie Schlafstörungen infolge von zu hohem Konsum von Koffein und sonstigen aufputschenden Drogen gehören ebenso zur Kategorie der sekundären Insomnie (Brezinowa et al, 1975, Edelstein et al, 1984). Alle übrigen werden als primäre Schlafstörungen bezeichnet und stellen gewissermaßen die Restklasse der ätiologisch unklaren Beschwerden dar, sie werden auch "idiopathisch" (Borkovec, 1979), "psychoreaktiv" (Finke & Schulte, 1970), "neurasthenisch" (Kendel et al, 1972) genannt. Implizit beinhalten diese Bezeichnungen immer ätiologische Hypothesen, ohne daß diese wirklich expliziert oder über den kasuistischen Einzelfall hinaus bestätigt wären. Nach umfangreichen Vorarbeiten (z.B. Dement & Guilleminault, 1973) legte im Jahre 1974 die amerikanische Association of Sleep Disorders Centers (ASDC) ein umfassendes Klassifikationsschema für Schlafstörungen vor, das durchaus unterschiedliche Beurteilungen

hervorrief: Zustimmung und Lob (Kramer, 1982, Roffwarg & Altschuler, 1982) genauso wie Skepsis und Kritik wegen mangelnder Eindeutigkeit allgemein (Reynolds et al, 1981), fehlender Trennschärfe bei gleichzeitiger Stellung von DSM-III-Diagnosen (Tan et al, 1984), oder künstlicher Trennung zusammengehörender Syndrome (Engel & Knab, 1985). In der Praxis wird man für gewöhnlich mit Schlafstörungen konfrontiert, die entsprechend der ASDC-Klassifikation als "psychophysiologische" (zufälliges oder sekundäres Auftreten des Schlafstörung mit ängstlicher Verarbeitung), als Störungen, die mit Persönlichkeitsstörungen assoziiert sind, oder als "subjektive bzw. Pseudo-Insomnie" (Klagen über schlechten Schlaf ohne polygraphische "Bestätigung" der Klagen, siehe dazu unten, 3.2) zu diagnostizieren wären. Zur Differenzierung nicht nur von Apnoe- und Myoklonie-bedingten, sondern auch dieser sogenannten subjektiven Schlafstörungen werden von amerikanischen Schlafkliniken polygraphische Untersuchungen fast von screening-Charakter gefordert (z.B. Orr, 1985), während andere das als Geldschneiderei und Überflüssig kritisieren (z.B. Oswald, 1981).

In dieser Arbeit wird der Begriff "primäre Schlafstörung" benutzt, der die wenigsten ätiologischen Implikationen hat. Es gibt eine ganze Reihe von Überblicksartikeln über das Problem der chronischen primären Schlafstörungen, die zum Teil im Stil medizinischer Fortbildungen gehalten sind (z.B. Cleghorn et al, 1983, Dement, 1982, Faust & Hole, 1982, Kramer, 1982, Lemperiere & Ades, 1982, Little, 1982, Soldatos & Kales, 1982) zum Teil mit eher wissenschaftlichem Anspruch auftreten (z.B. Borkovec, 1982, Engel & Knab, 1985, Kales et al, 1983, Killen & Coates, 1985, de la Pena, 1978, Rechtschaffen 1968). Der größere Teil vor allem der medizinischen Fortbildungs-Artikel erweckt den Eindruck, als sei erstens ein solider Fundus an Daten nicht nur vorhanden,

sondern auch sinnvoll und schlüssig interpretierbar, und als wisse man zweitens wisse nicht nur genau, in welchen Punkten sich Schlafgestörte von Gesunden statistisch unterscheiden, sondern auch, wie Schlafgestörten im Einzelfall optimal zu helfen sei. Dieser Eindruck entspricht nicht den Tatsachen.

Die Modelle zur Genese und Aufrechterhaltung von Schlafstörungen sind sehr unterschiedlich. Die impliziten zeigen sich in der Nomenklatur, die expliziten reichen von der Annahme einer erhöhten Rate an Kritischen Lebensereignissen als Auslöser (Cernovsky, 1984, Healey et al, 1981) über die Hypothese neurotischer Auslösemechanismen, die mit einer freien allgemeinen Lebensgeschichte (Frydman, 1980), einer verhaltenstheoretischen (Schindler & Hohenberger, 1982, Knab & Engel, 1986) oder eine psychoanalytischen Beschreibung (Wagner et al, 1983) erfaßt werden, bis zu Interaktions-Modellen zwischen Persönlichkeit und Streß verschiedenster Komplexität (Bastiaans, 1981, Engel & Knab, 1985, Schneider-Helmert & Visser, 1981).

Die therapeutischen Ansätze beruhen oft auf Einzelbeobachtungen, die dann zum Teil systematischer untersucht wurden und statistisch auch generalisierbar, bei der unklaren Ätiologie und sogar Symptomatik aber nicht unbedingt auf den Einzelfall anwendbar sind (vgl. dazu Knab & Engel, 1986).

3.2 Merkmale gestörten Schlafs

3.2.1 Allgemeine Befunde

"Schlechte" Schläfer klagen über verlängerte Einschlafzeiten (über 30, oft über 60 Minuten) und längerdauernde Wachperioden nachts oder die Unfähigkeit, nach dem Aufwachen nachts noch einmal einzuschlafen. Sie wachen "gerädert" auf, fühlen

sich am Morgen nicht ausgeruht und tagsüber müde. Läßt man Patienten Tagebücher über ihr Schlafverhalten ausfüllen, so nehmen die Beschwerden allerdings sofort erheblich ab, ein Effekt, den man sich in der Verhaltenstherapie bei verschiedenen Störungsbildern zunutze macht: In einer eigenen Studie (Knab & Engel, 1986) gaben Patienten z.B. im Interview vor Beginn der Behandlung eine durchschnittliche Schlaflatenz von mehr als 80 min an, im ersten Schlaftagebuch (ebenfalls noch vor Beginn der Behandlung) nur noch gut 30 min. Neben diesen schlafspezifischen Klagen wurden in vielen Arbeiten rein psychische Auffälligkeiten bei Schlafgestörten berichtet. Dies gilt meist nicht nur für das Selbsteinschätzungsmaß MMPI (Kales et al, 1983, Levin et al, 1984, Engel & Engel-Sittenfeld, 1980, Knab & Engel, 1986), sondern auch bei einer Diagnose von primär Schlafgestörten mit DSM III: in 95 % der Fälle wurden allgemeine psychiatrische Auffälligkeiten festgestellt (Tan et al, 1984). Vor allem die Arbeitsgruppe um Kales (Kales et al, 1984) betrachtet die erfaßten Auffälligkeiten als ursächlich für die Schlafstörungen, was statistisch nicht zwingend ist: Hauri (1979) etwa betont, man könne mit gleichem Recht sagen, daß Schlafstörungen depressive Stimmungslagen und sonstige psychische Beeinträchtigungen verursachen, wie umgekehrt. Zudem sind in jeder Untersuchung unterschiedliche MMPI-Skalen erhöht.

Unabhängig von diesen allgemeinen psychopathologischen Auffälligkeiten wurde nachgewiesen, daß der Tagesablauf Schlafgestörter psychisch mehr streßbelastet ist (Clark et al, 1981), daß sich diese Patienten aber dafür mehr schonen und weniger aktiv und lebenslustig sind als Gesunde (Marchini et al, 1983). Auf der anderen Seite wurde berichtet, daß die "Typ-A" Personen, die auch für Herzinfarkte anfälliger sein sollen, verstärkt unter Schlafproblemen leiden (Hicks &

Pellegrini, 1982, Thoreson et al, 1980). Die von Monroe (1967) in einer Studie mit einer parallelisierten Kontrollgruppe von $2 \times N = 16$ Personen gefundene Hyperaktivität von Schlafgestörten (erhöhte Herzrate sowohl vor dem Einschlafen als auch während der Nacht) wird zwar immer wieder zitiert, konnte aber in dieser Allgemeinheit inhaltlich nicht repliziert werden. Vielmehr muß davon ausgegangen werden, daß manche Patienten zu viel, manche zu wenig aktiv sind, und daß diese eventuell auch unterschiedlich behandelt werden müßten (Hauri, 1981, Hauri et al, 1982). In Fragebogen-Studien geben die Patienten selbst an, kaum unter einer erhöhten physiologischen Spannung zu stehen, vielmehr wird Übereinstimmend als Grund für die eigene Schlafstörung Grübeln, Nachdenken und Nicht-abschalten-Können, also geistige Anspannung, angegeben (Lichstein & Rosenthal, 1980, Freedman & Sattler, 1982, Haynes et al, 1981, van Eggeren et al, 1983). Dies gilt nicht nur allgemein in Interviews, sondern auch dann, wenn solche Fragen aktuell gestellt werden (Nicassio et al, 1985). Die These, daß Schlafgestörte auf bestimmte tägliche Abläufe mit schlechtem Schlaf reagieren, was zum Therapie-Ansatz der stimulus-Kontrolle führte (Bootzin & Herrmann, 1976), konnte nicht empirisch belegt werden (Haynes et al, 1981, Schindler & Hohenberger 1982).

3.2.2 Polygraphische Auffälligkeiten

Geht es um polygraphische Auffälligkeiten von Patienten im rein deskriptiven Sinn oder um Veränderungen durch psychotherapeutische oder medikamentöse Therapie, so werden in der Regel Schlaflatenz (SL), die Gesamtdauer in Stadium Wach (total stage 0, TSO), Anzahl der Aufwachepisoden (stage shift 0, SSO) und Gesamtschlafdauer (total sleep time, TST) als wesentliche Variable betrachtet, eher selten werden auch andere Kennwerte der Polygraphie berichtet. Generell ist

festzuhalten, daß Auffälligkeiten oft vorhanden scheinen, aber nur intuitiv interpretierbar sind, da verbindliche, altersabhängige Normen nicht vorliegen. Gelegentlich wird mit nicht-gematchten Kontrollgruppen gearbeitet, oft mit unterschiedlichen Gruppengrößen, die Daten der Schlafgestörten werden mit vagen "Normen" verglichen (Bonnet & Kramer, 1981) oder werden überhaupt ohne Vergleichsdaten berichtet. Auch die Daten selbst sind äußerst uneinheitlich, zwischen den Studien sind sie oft nicht vergleichbar (manchmal sind Prozente, manchmal Minuten der einzelnen Stadien angegeben), gelegentlich nicht definiert (manchmal schließt TSO SL ein, manchmal nicht). Gelegentlich fehlt die Angabe des Kriteriums für die Schlaflatenz, oder statt Mittelwerten und Standardabweichungen liegen nur Histogramme oder sonstige Abbildungen vor (z.B. Schwartz et al, 1963, Haynes et al, 1981, Gaillard, 1978), es sind dichotomisierte Gruppen gebildet (SL kleiner oder größer 15 min etc, z.B. Billiard, 1979) oder nur Korrelationen zwischen "subjektiven" und "objektiven" Daten angegeben (vanEggeren et al, 1983).

Die Diagnose der "subjektiven" Schlafstörungen ist für diejenigen Fälle vorgesehen, in denen Patienten klagen, ohne daß diese Klagen polygraphisch "nachzuweisen" sind. Theoretisch wären für diese Diagnose Normdaten und ein Maß für statistisch signifikante Abweichungen notwendige Voraussetzung. Beides gibt es bis heute nicht. Um Pseudo-Schlafgestörte aus seiner Stichprobe separat behandeln zu können, machte deshalb Borkovec (1979) aus der Not eine Tugend und diagnostizierte diese Gruppe "empirisch" - ("since no criteria have been offered to distinguish the two subtypes, we thus employ an empirical approach" - p. 45): er berechnete das Verhältnis von polygraphischer und selbsteingeschätzter Schlaflatenz und teilte die Gruppe beim Median in "subjektiv" und "psychophysiologisch" Schlafgestörte. Diese Methode

wurde später mehrfach als Originalarbeit zur Diagnose der subjektiven Schlafstörung zitiert, obwohl eine absolute Stichproben-Abhängigkeit verbietet, die Zahlen auf andere Stichproben zu übertragen.

In jedem Fall gibt es keine verbindliche Übereinkunft, ab wann nach polygraphischen Kriterien der Schlaf als gestört anzusehen ist. Bei Selbsteinschätzungsdaten ist eine Schlaf-latenz von mindestens 30 min und/oder nicht mehr als ca 6 Stunden Gesamtschlafdauer (TST) üblich. Besonders der Wert für die Schlaflatenz wird auch bei polygraphischen Studien oft erreicht (z.B. Coursey et al, 1975 und Frankel et al, 1976, gleiche Stichprobe, Freedman & Papsdorf, 1976, Gaillard, 1978). Die größte diagnostische Studie an primär Schlafgestörten ist die von Carskadon et al (1976), die 122 Patienten nach dem Auswaschen der Medikamente polygraphisch untersuchten (keine Kontrollgruppe). Diese Patienten zeigten polygraphisch eine Schlaflatenz (Kriterium: erste Epoche Stadium 2) von etwas weniger als 30 min; das entspricht etwa den Werten der meisten polygraphisch untersuchten Patientenpopulationen (Beutler et al, 1978, Billiard, 1979, Billiard et al, 1977, Bonnet & Kramer, 1981, Borkovec, 1979, Coates et al, 1982, Hedouin et al, 1981, Monroe, 1967, Seidel et al, 1984, Knab & Engel, 1986). Auch die häufig als Grundlagenstudie zum Vergleich der SL von Schlafgestörten und Gesunden zitierte Arbeit von Schwartz et al (1963) berichtet von SL unter 30 min und fehlenden Differenzen zwischen Patienten und Gesunden, stützt sich allerdings nur auf die Daten von drei Patienten und von (natürlich nicht parallelisierten) fünf Gesunden. Einschlafzeiten zwischen 15 und 30 Minuten müssen demnach als durchaus typisch für Schlafgestörte gelten, so daß in dieser Variable eine sehr starke Überlappung zwischen den polygraphischen Werten von Patienten und Gesunden gegeben ist. Auf der anderen Seite

argumentieren Hauri & Olmstead (1983), daß bei manchen Schlafgestörten der Einschlafprozeß häufig unterbrochen ist, sie also zu Beginn der Nacht immer wieder aufwachen, so daß die nach dem üblichen Stadium-2-Kriterium definierte Schlaf-latenz möglicherweise bei diesen Patienten gar keine sinnvolle Größe ist. Sie schlagen deshalb vor, bei Schlafgestörten erst den Beginn "konsolidierten" Schlafes in Stadium 2 als Schlafbeginn zu werten.

Außerdem haben Schlafgestörte längere Wachzeiten nachts, was zu einer geringen Schlafeffizienz führt; die Wachzeiten steigen mit dem Alter (Garma & Bouard, 1981, Carskadon et al, 1976). Hauri (1983) konnte die Schlafeffizienz in einer Clusteranalyse als ausreichendes Einzelmaß zur Differenzierung zwischen verschiedenen ASDC-diagnostizierten Krankheitsbildern verwenden, Coates et al (1982 b) in einer Diskriminanzanalyse als in 88 % der Fälle ausreichendes Merkmal zur Unterscheidung zwischen Schlafgestörten und Gesunden. Bei einer Untergruppe von Schlafgestörten berichten Hauri & Hawkins (1973) über das Phänomen des Alpha-Delta-Schlafs, das heißt, die Patienten zeigen statt Stadium 4 viele hochamplitudige Alpha-Einstreuungen, ohne deshalb aufzuwachen. Die Weckschwelle entspricht der in Stadium 2. Über die Tiefschlafdauer wird selten berichtet, wo es vorkommt, ist sie im Vergleich zu Gesunden verkürzt.

In den wenigen Studien, in denen mit parallelisierten Gruppen von Schlafgestörten und Gesunden gearbeitet wurde, ist die Schlaflatenz der Patienten im Durchschnitt höher, die Gesamtschlafdauer kürzer und Stadium Wach länger (im einzelnen siehe Tabelle 3-1). Die Anzahl der Aufwachepisoden ist normalerweise nicht höher als die der Gesunden. Dies gilt nicht nur im Labor, sondern auch bei zuhause durchgeführten Polygraphien (Coates et al, 1982 a).

Tabelle 3-1

Wichtigste Ergebnisse von Studien mit parallelisierten Kontrollgruppen. I = Schlafgestörte, K = Kontrollgruppe, S = subjektive, P = polygraphische Daten, r = Korrelation zwischen subjektiven und polygraphischen Daten; Daten in Minuten

Studie	N	SL			TST			TSO			SSO		
		S	P	r	S	P	r	S	P	r	S	P	r
Beutler et al, 1978	I: N=22 K: N=22	20 / 25,2	/	-	-	/	-	-	/	7,8 %	-	/	4,6 /
		- / 9,3	/	-	-	/	-	-	/	3,4 %	-	/	4,0 /
Coates et al, 1982	I: N=12 K: N=12	36 / 28	/	98	-	/	360	-	/	30	67	/	88
a,b, 1983		21 / 14	/	78	-	/	390	-	/	20	17	/	36
Coursey et al, 1975	I: N=18	81,4 / 54	/	84	306 / 339	/	64	58,6 / 56,6	/	-	5	/	12
Frankel et al, 1976	K: N=18	16,5 / 18,2	/	72	407 / 383	/	40	21,8 / 40	/	-	3	/	12
Gaillard, 1978	I: N=16 K: N=40 (16 davon gematched)	- / 40	/	-	-	/	403	-	/	119	-	/	-
		- / 10	/	-	-	/	463	-	/	-	-	/	-
Mendelson et al, 1984	I: N=10 K: N=10	- / 46,3	/	-	-	/	365	-	/	48	-	/	-
		- / 25,9	/	-	-	/	390	-	/	26	-	/	-
Monroe, 1967	I: N=16 K: N=16	- / 15,6	/	-	-	/	346	-	/	73,5	-	/	3,9
		- / 7,4	/	-	-	/	389	-	/	-	-	/	-

Insgesamt unterscheiden sich die Patienten in allen Variablen von Gesunden, auch die inter- und intraindividuelle Variabilität ist größer (z.B. Schneider-Helmert & Visser, 1981 für die Schlaflatenz, Coates et al, 1981 für die Anzahl der Aufwachepisodes). Es gibt deshalb in einzelnen Nächten immer große Überschneidungen zwischen den Polygraphiedaten guter und schlechter Schläfer. Werden Patienten geweckt, sagen sie häufiger als Gesunde, vor dem Wecken nicht geschlafen zu haben (Borkovec et al, 1981).

3.2.3 Das Verhältnis von Selbsteinschätzung und Polygraphie

Wie dargestellt, lassen sich für einige Variable polygraphische Unterschiede zwischen Patienten und Gesunden nachweisen, entweder allgemein und intuitiv, oder im direkten Vergleich mit gematchten Kontrollen. Die Unterschiede sind aber nicht so extrem, wie man aufgrund der allgemeinen Klagen erwarten würde. In einigen Studien wurde zunächst rein deskriptiv untersucht, wie sich die polygraphischen zu den Selbsteinschätzungs-Daten in bestimmten Nächten verhalten (der Vergleich von "recorded" zu "reported"-Variablen).

Am häufigsten wurden retrospektive Selbsteinschätzungsdaten und Polygraphie verglichen, was sich naturgemäß vor allem auf die nächtlichen Wachzeiten, z.T. auf die davon abgeleiteten Größen Gesamtschlafdauer und "Anzahl der Aufwachepisodes" bezieht. In der Regel überschätzen Schlafgestörte im Vergleich zur Polygraphie die Dauer der Wachzeiten, beispielsweise die Dauer der Schlaflatenz oft um mindestens 30 min. Die einzige Ausnahme bringt die Studie von Coates et al (1982 a, 1983, gleiche Untersuchung), in der die Patienten gerade die Schlaflatenz relativ genau entsprechend der Polygraphie einschätzten. Es kommt vor, daß sich die Selbsteinschätzungen von Wachdauer und vor allem Schlaflatenz am

Morgen so konsistent von den polygraphischen Werten unterscheiden, daß sich zwar Mittelwert-Differenzen, aber gleichzeitig hohe Korrelation zwischen den Datensätzen ergeben.

Die erste Arbeit, in der das Verhältnis von retrospektiven Selbsteinschätzungsdaten und Polygraphie verglichen wurde, ist die von Schwartz et al (1963), in der allerdings nur eine geringe Anzahl von Vpn untersucht wurde (N = 3 Schlafgestörte, N = 5 Gesunde). Bei nur unwesentlichen polygraphischen Unterschieden zwischen Gesunden und Patienten schätzten die Schlafgestörten doch alle wesentlichen Variablen als stark gestört ein, so daß die Autoren sie als Leute charakterisierten, "qui dorment bien, mais ne savent pas qu'ils dormaient" - immerhin nicht als Simulanten wie später oft, sondern als Nicht-Wissende. Ähnliches stellten Borkovec et al (1981) und Coates et al (1983) bei Weckversuchen fest; Schlafgestörte berichten beim Wecken zumindest am Anfang der Nacht (10 min nach der ersten Spindel: Coates et al, 1983) signifikant häufiger als Gesunde, wach gewesen zu sein. Mendelson et al (1984) konnten keine Unterschiede zwischen Patienten und Gesunden beim Wecken nachweisen. Die Patienten gaben lediglich signifikant häufiger als die Gesunden an, nur "leicht" geschlafen zu haben. Es ist aber festzuhalten, daß sich die Wahrnehmung von Wachen und Schlafen auch der Gesunden zu Beginn der Nacht erst stabilisieren muß (Sewitch, 1984 a,b).

Die angegebene Müdigkeit tagsüber spiegelt sich nicht konsistent im "Müdigkeits"maß MSLT: 14 % von 75 Schlafgestörten schliefen in der alle zwei Stunden vorgegebenen 20 min dauernden Ruhezeit überhaupt nicht ein. Auffällig war außerdem, daß keine Nacht-EEG-Variable mit Müdigkeitsmaßen tagsüber korrelierte (Seidel & Dement, 1982).

Diskrepanzen zwischen Selbsteinschätzung und Polygraphie stellte Lewis (1969) auch bei Gesunden mit einer experimentell induzierten rebound-insomnie fest, während Gesunde sonst relativ EEG-konforme Angaben zu machen scheinen, was Schlaflatenz und Gesamtdauer Wach betrifft (Baekeland & Hoy, 1971, Coates et al, 1982 a) oder sogar kürzere Wachzeiten schätzen als im EEG gemessen (Frankel et al, 1976, Schwartz et al, 1963).

3.3 Erklärungsmöglichkeiten

Menschen, die wegen Schlafstörungen eine Behandlung anstreben, kommen wegen ihrer subjektiven Beschwerden, nämlich langer Schlaflatenz, längerem und häufigem Wachliegen, Müdigkeit und Leistungseinschränkungen tagsüber. Sie kommen selten wegen psychischer Schwierigkeiten, obwohl diese oft feststellbar sind - und sie kommen sicher nie wegen polygraphischer Abweichungen ihres Schlags von dem Gesunder. Differenzen zwischen den Polygraphien Schlafgestörter und Gesunder lassen sich zwar bei gematchten Populationen statistisch nachweisen, auch in denselben Variablen, auf die sich die Klagen beziehen. Die hohe Variabilität der Daten sowohl von Gesunden als auch von Schlafgestörten führt aber zu einer starken Überlappung zwischen beiden Gruppen, so daß Zuordnungen zur Kategorie "schlafgestört" oder "gesund" aufgrund einer polygraphischen Variablen wie Schlafeffizienz zwar gemacht wurden, aber sicher als stichprobenabhängig zu betrachten sind. Es ist deshalb von der Polygraphie her nur in Extremfällen aufgrund polygraphischer Kennwerte sicher zu entscheiden, wer schlafgestört ist und wer nicht. Speziell die Differenz zwischen der ASDC-entsprechenden "psychophysiologischen" und der "subjektiven" Schlafstörung ist völlig ungeklärt.

Wenn sie Schlafen und Wachen beim Wecken einschätzen, sind Patienten meist etwas unsicherer als Gesunde, die Ergebnisse sind aber nicht einheitlich. Durchgängig dagegen ist der Befund, daß retrospektive Selbsteinschätzungs-Daten Gesunder am Morgen besser mit der Polygraphie Übereinstimmen als die von Patienten, sowohl was die Schlaflatenz, als auch, was die Dauer nächtlicher Wachzeiten betrifft. Zur Einschätzung dieser Parameter sind mindestens drei Schritte notwendig: die Wahrnehmung der Aufwachepisodes, das heißt, die Wahrnehmung, überhaupt aufzuwachen, die das Bewußtsein impliziert, schon geschlafen zu haben (als Gegensatz zu dem Gefühl, dauernd wach gewesen zu sein), dann eine Dauerschätzung der nachts wach verbrachten Episodes oder Zeiträume, und schließlich die Speicherung und die Reproduktion dieser Vorgänge am Morgen. Für die Schlaflatenz gilt dies sinngemäß, die aktuell "richtige" Einschätzung im Sinne der Polygraphie hängt auch davon ab, daß Aufwachepisodes als solche wahrgenommen und nicht als Fortsetzung eines ohnehin dauernd bestehenden Wachzustandes interpretiert werden. Es ist denkbar, daß bei Patienten eher ein Schritt in dieser Abfolge gestört ist, als daß sie einfach ihre Beschwerden übertreiben. Möglicherweise fällt ihnen die Wahrnehmung spontaner Aufwachepisodes noch schwerer als die Differenzierung zwischen Schlafen und Wachen beim Wecken. In Kapitel 4 wird referiert, welche experimentellen Befunde dazu vorliegen, ob, wie und wie gut Ereignisse im Schlaf wahrgenommen werden, wie Zeitschätzungs-Phänomene zu beschreiben sind, und wie Schlaf und Gedächtnisvorgänge kompatibel sind.

PSYCHOLOGISCHE VORGÄNGE IM SCHLAF

4.1 Möglichkeiten instrumentellen Verhaltens im Schlaf

Schlaf ist nicht kompatibel mit komplexem, zielgerichtetem, intentionalem Verhalten, insbesondere mit Sprechen. Dennoch existieren im Schlaf mentale Prozesse, seien es nun Träume oder einfach das Registrieren, das Sich-Bewußt-Machen des Schlaf-Wach-Wechsels. Obwohl die Wahrnehmungs-Schwelle in allen Modalitäten hinaufgesetzt ist, ist die Wahrnehmung für äußere Ereignisse nicht gänzlich ausgeschaltet. Will man subjektive Phänomene im Zusammenhang mit Schlaf untersuchen, muß daher meist auf instrumentelle Reaktionen anstelle von sprachlichen Äußerungen zurückgegriffen werden.

In einer ganzen Reihe von Untersuchungen wurde nachgewiesen, daß bestimmte instrumentelle Verhaltensweisen tatsächlich gelernt und konsistent gezeigt werden können. Meist bestehen sie in einfachen motorischen Reaktionen: am häufigsten sollen Vpn einen leichtgängigen Hebel oder Druckknopf betätigen, was im Beobachtungsraum in der Regel ein akustisches Signal auslöst, gelegentlich werden auch andere motorische Reaktionen gefordert, zum Beispiel, sich an die Nase zu greifen oder sich umzudrehen (Perry et al, 1978) oder einmal tief einzuatmen (Balkin et al, 1985). Bei reinen Weckexperimenten können auch verbale Antworten wie "ich bin wach" gegeben werden. Diese Verhaltensweisen werden in der Regel als Reaktion auf externe, experimentell gesetzte Signale vereinbart (Töne, Klicks, Worte) oder auf interne Stimuli wie Aufwachen oder Wachsein, gelegentlich sogar auf Einschlafen, bestimmte EEG-Signale oder Träume.

Williams et al (1966) berichteten als erste davon, daß die Fähigkeit von Vpn, auf experimentell vorgegebene Töne mit

instrumentellem Verhalten zu reagieren, ohne dabei verhaltensmäßig oder polygraphisch aufzuwachen, umgekehrt proportional zur polygraphischen Schlaftiefe ist; dieser Befund wurde mehrfach bestätigt, zuletzt von Badia et al (1985). In dieser Untersuchung schien die Reaktion im NREM-Schlaf abhängig von der Lautstärke des Tons, im REM dagegen davon, wie die Qualität des Tons subjektiv erlebt wird (Reaktion ausschließlich auf Warnsignal). Strauch & Schneider-Düker (1978) berichten ähnliches für die Weckschwelle, und die Vpn von Perry et al (1978) zeigten bei der vereinbarten Reaktion auf Wörter Latenzen, die zumindest im REM-Schlaf direkt mit der subjektiven Bewertung der Begriffe zusammenhingen.

Die Reaktionshäufigkeit bzw. -konsistenz kann durch "Bestrafung", die meist in Aufwecken besteht, deutlich erhöht werden: Salamy (1970) ließ seine fünf Vpn "Träume" mit Knopfdruck signalisieren (viermal); das Ausbleiben des vereinbarten Signals innerhalb von drei Minuten nach Auftreten von REM wurde mit Wecken "bestraft", was zu einer deutlich erhöhten Rate von Signalen führte - das heißt, es kann trainiert werden, REM zu "erkennen" ohne aufzuwachen. (Die Interpretation einer REM-Erkennung als Traum-Erkennung, wie sie Salamy, 1970, 1971, vornimmt, ist wissenschaftlich überholt). Auch die Reaktionshäufigkeit auf Töne unterhalb der Weckschwelle konnte durch Bestrafung erhöht werden (Salamy, 1971, N = 32), allerdings selektiv im REM-Schlaf und besonders nach REM-Schlaf-Entzug, nicht in Stadium 2. Badia et al (1985) dagegen berichten ähnliche Lernerfolge über Bestrafung unabhängig vom Schlafstadium; da sie als Reaktion tiefes Einatmen forderten, schlagen sie vor, ein ähnliches Verfahren zur verhaltenstherapeutischen Behandlung von Apnoen einzusetzen.

In keiner Untersuchung wird davon gesprochen, daß die Vpn

durch das Ausführen des Signals aufwachen. Der Schlaf wird oft als polygraphisch etwas "gestört" beschrieben, was meist nicht näher definiert ist, so daß entweder von kurzen Alpha-Episoden oder einfach von einer Änderung des Schlafstadiums ausgegangen werden muß.

Selbst kontinuierliche bzw. in sehr kurzen Zeitabständen geforderte Verhaltensweisen können operant konditioniert werden: fünf Vpn lernten bei Granda & Hammack (1961), spätestens alle drei Sekunden die ganze Nacht durch Signale zu geben, um Schocks zu vermeiden. Im Tierversuch arbeitete Wilcox (1975) mit positivem Feedback; er konnte Laborratten darauf konditionieren, immer nach spätestens zehn Sekunden Schlaf wieder aufzuwachen. Beim Menschen wurde die Fähigkeit zum Aufwachen zu einem bestimmten Zeitpunkt mit unterschiedlichen Resultaten überprüft (z.B. Bell, 1980). Auf diese Befunde wird separat eingegangen (vgl. Kapitel 4.3).

Alle genannten Verhaltensweisen sind mit der Schlaftiefe negativ korreliert; sie treten umso sicherer auf, je wachnäher das EEG ist, und es gibt Behauptungen, daß sie überhaupt an zumindest kurzfristige Alpha-Aktivität gekoppelt sind (vgl. Emmons & Simon, 1957). Sind sie nicht mit Aufwachen verbunden, so können sich die Vpn morgens, soweit nachgefragt, nicht daran erinnern (Perry et al, 1978, Williams et al, 1966).

4.2 Wahrnehmung

In der Wahrnehmungspsychologie wurde lange versucht, die "reine Empfindung" zu isolieren bzw. isoliert zu erfassen, und zwar ohne intervenierende Kognitionen und Bewußtseinsprozesse, die lediglich als Störvariablen galten. Ein wesentliches Konzept in der Psychophysik ist das der Wahrneh-

nehmungsschwelle, der Reizstärke, ab der der Reiz wahrgenommen wird, worauf sich auch das Konzept der "unterschwelliger Wahrnehmung" gründet. Ein neuerer Ansatz ist die Signal-entdeckungstheorie (SDT), in der nicht die Reizstärke als solche von Interesse ist, sondern nur der physikalische und psychologische Unterschied von Reizstärke und Hintergrund-rauschen. Beide Ansätze sind prinzipiell reizzentriert. Dennoch sind persongebundene Einflußvariablen in großer Zahl belegt. Zunächst hängt die Aufnahme und die Wahrnehmung von Reizen elementar mit der Motivation zusammen (vergleiche Gibson, 1976, p 352). Nicht nur die aus der Gestaltpsychologie bekannten situativen und Gestalt-Variablen, sondern auch reine Persönlichkeitskomponenten beeinflussen das Wahrneh-mungs-Ergebnis; der Einsatz projektiver Tests gründet sich gar auf das Postulat, daß das Ergebnis visueller Wahrnehmung bei Mehrdeutigkeit fast ausschließlich auf die Projektion von Persönlichkeitsvariablen in das wahrgenommene Material zurückzuführen ist, ein Postulat, das allerdings in dieser Schärfe als eher fraglich gelten muß.

Das Gehirn reagiert auch auf Reize, die nicht bewußt regi-striert werden, mit evozierten Potentialen (EPs); dies gilt in etwas modifizierter Form auch im Schlaf. Die Amplitude evozierter Potentiale ist direkt abhängig von der Arousal-höhe, sie nimmt nicht nur mit abnehmender Vigilanz im Wach-zustand ab, sondern auch mit der Tiefe des Schlafstadiums; dies konnte Tizard (1966) an Tag-, Anch (1977) an Nacht-schlafuntersuchungen nachweisen. Insbesondere die Amplitude der EPs wird im Schlaf bei tieferem Schlafstadium kleiner, minimal war sie bei Anch (1977) aber nicht analog zur Weck-schwelle im Deltaschlaf, sondern im REM-Schlaf. Dies gilt nur für durchgezogene Töne, die Reagibilität auf Klicks ist nicht spezifisch im REM besonders eingeschränkt. Allgemein ist jedoch die dB-Zahl für die Amplitude der EPs auch im

Schlaf wesentlich. Die Reaktion der evozierten Potentiale auf Töne im Schlaf scheint nicht zu habituierten (Tizard, 1966).

Töne werden experimentell gesetzt und sind damit als Stimuli experimentell kontrollierbar, die Reaktion der Vp ist direkt auf den experimentellen Reiz zu beziehen, sei es nun die instrumentelle Mitteilung der Vp, daß sie wach ist, sei es ein verbaler Bericht über den subjektiven Bewußtseinszustand vorher. Außerdem weiß die Vp selbst, daß sie irgendwie reagieren muß, sobald sie den Reiz wahrnimmt.

Weckt man Gesunde im Schlaf, so können sie relativ gut diskriminieren, ob sie aus Stadium 1 oder Stadium 2 geweckt wurden (Redington et al, 1981), falls sie nur zwischen diesen beiden Möglichkeiten wählen können. Können sie sich zwischen Wachen und Schlafen bzw. der Schlaftiefe entscheiden, so ist die Diskriminierung am Anfang der Nacht eher schlecht, das heißt, sie stimmt oft nicht mit dem EEG überein (Gibson et al, 1982, Bonnet & Moore, 1982, siehe oben 2.2.1). Sewitch (1984 a, b) berichtet, daß sowohl die Häufigkeit der Aussage, geschlafen zu haben, im NREM-Schlaf direkt proportional zur vorangegangenen Dauer polygraphisch konsolidierten Schlafes steigt, als auch die subjektive Sicherheit dieser Aussage. Nach Wecken aus REM-Schlaf geben Gesunde meist unabhängig von der Dauer an, geschlafen zu haben (Sewitch, 1984 a, Goodenough et al, 1965). Die Vpn von Goodenough et al (1965) stuften nach Wecken aus REM den vorangegangenen Schlaf sogar als tiefer ein als eventuell vorangegangenen Delta-Schlaf. Für gewöhnlich wird vergleichsweise abrupt geweckt; Shapiro et al (1965) wiesen darauf hin, daß man bei abruptem Wecken aus REM wohl fast regelmäßig Traumberichte erhält, bei langsamem Wecken dagegen Berichte über Denken: Traum wird selbstverständlich als

Schlaf eingestuft, so daß die Wahrscheinlichkeit für Schlafberichte nach Träumen höher ist, und die für Traumberichte bei abruptem Wecken aus REM. Es ist zu vermerken, daß umgekehrt auch bei "Wecken" aus EEG-definiertem Wachzustand über Schlaferleben berichtet wird (Goodenough et al, 1965, Coates et al, 1983, Engle-Friedman & Bootzin, 1985). Schlafgestörte nehmen manchen Studien zufolge schlechter wahr als Gesunde (Borkovec et al, 1981, Coates et al, 1983), es gibt aber auch Berichte über gleichartige Ergebnisse (Mendelson et al, 1984).

Im Vergleich dazu ist es theoretisch und praktisch viel schwieriger zu kontrollieren, was denn nun wirklich vor sich geht, wenn die Wahrnehmung spontan auftretender Ereignisse signalisiert werden soll, sei es allgemein Alpha-Aktivität (Starker, 1982), Aufwachen, Wachsein oder Träume: von Untersucherseite ist man in solchen Designs darauf angewiesen, rückwirkend Bezüge zum EEG herzustellen, ein nicht mehr experimentelles, sondern (nur noch) beschreibendes Vorgehen. Auch für die Vp selbst gibt es keinen äußeren Reiz, auf den sie reagieren muß; vielmehr muß sie den Zustand, auf den hin ein Signal vereinbart ist, selbst einordnen, sie muß nicht nur entscheiden, was sie signalisiert (z.B. Schlaf-Wach), sondern auch, ob sie es tut.

Obwohl in älteren Arbeiten von guten Korrespondenzen zwischen EEG- und Verhaltenssignalen die Rede ist, wurde die Untersuchung von Eigenwahrnehmungen verschiedener Schlafstadien ohne äußeren Hinweis, von "Einschlafen" (Davis et al, 1937) oder Träumen (Brown & Cartwright, 1978, Salamy, 1970, 1971) oder gar der instrumentellen Differenzierung von traumlosem Schlaf und Traum (Antrobus et al, 1965) in den letzten Jahren kaum mehr verfolgt. Insbesondere war nie zu klären, warum Vpn, die die ganze Nacht schlafen, ausgerech-

net zu diesen bestimmten Zeitpunkten signalisieren, zu schlafen oder zu träumen. Diese Frage ist auch prinzipiell nicht zu klären.

Einfacher einzuordnen, weil immerhin mit dem EEG vergleichbar, sind Eigenwahrnehmungssignale zum Erwachen bzw. Wachsein. Allerdings wurde auch dies selten untersucht (Anch et al, 1982, Campbell & Webb, 1981, Langford et al, 1972). Solche Signale wurden sowohl in Rechtschaffen-Kales-definierten Wach-Stadien als auch in Schlafstadien gegeben. Anch et al (1982) stellten bei einer genaueren Analyse fest, daß 90 % aller Signale auf mindestens 6 Sekunden Alpha-Aktivität folgten, bei Campbell & Webb (1981) derselbe Prozentsatz auf mindestens 4 Sekunden Alpha. Wie oben gezeigt, müssen Zeiträume dieser Größenordnung noch nicht zu einer Epocheneinordnung in Wach führen. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, daß die Wahrnehmung von Aufwachen sehr häufig mit Alpha-Aktivität einhergeht. Die Tatsache, daß auf der anderen Seite viele deutlich länger als 6 Sekunden dauernde Zeiträume mit Alpha-Aktivität nicht wahrgenommen werden, spricht allerdings dafür, daß Alpha allein keineswegs ein hinreichender Faktor für das Erleben, das Bewußtsein von Wachsein oder Aufwachen ist. Dies gilt für Gesunde, mit schlafgestörten Patienten wurde eine derartige Untersuchung bis jetzt nicht durchgeführt.

4.3 Zeiterleben und Zeitschätzung

Ohne je direkt untersucht worden zu sein, gibt es in der klinischen Schlafforschung die These, daß die Diskrepanzen zwischen Selbsteinschätzung und Polygraphie bei Patienten, besonders was die Schlaf latenz betrifft, auf Zeitschätzungs-"fehler" zurückzuführen wären (vgl. etwa Billiard, 1979, Borkovec et al, 1981). Um dies belegen zu können, müßte

zunächst geklärt werden, welche Zeiten die Vpn überhaupt einschätzen; denn wenn sich Patienten beispielsweise in leichtem Schlaf wach fühlen, lassen sie diese Zeiträume natürlich nicht aus ihrer Schätzung der Wachdauer heraus, und "verschätzen" sich unter Umständen einfach deshalb im Vergleich zum EEG.

Zur Zeitschätzung im Zusammenhang mit Schlaf gibt es nur wenige Arbeiten, die aber alle Befunde an Gesunden referieren. Prospektiv wurde untersucht, ob Vpn zu vorher bestimmten Zeitpunkten aufzuwachen in der Lage sind, retrospektiv, wie sie beim Wecken sowohl die SL nach der vorangegangenen Weckepisode als auch die Zeit seit dem letzten Wecken, die schlafend verbracht wurde, einschätzen.

Das Fließen der Zeit erscheint als elementar, die Schätzung von Dauer, der Vergleich von Zeiträumen selbstverständlich. Physikalisch ist die Beschreibung der Zeit hochkomplex, die Dimension wurde lange aus der Analyse und Beschreibung physikalischer Phänomene einfach ausgeklammert (Prigogine, 1984); biologische Systeme haben jedenfalls eigene, interne Zeiten, die mit der physikalischen synchronisierbar sind.

Psychologisch differenziert man Zeiterleben von Zeitschätzung. Zeiterleben bezieht sich darauf, ob das Vergehen der Zeit als langsam oder schnell erlebt wird (oft werden Zeitintervalle, die schnell vergehen, im Rückblick als länger betrachtet als "langweilige", die langsam vergehen; Pöppel, 1985). Auch daß generell "gefüllte" Zeitintervalle als kürzer erlebt werden als "leere" (Brown, 1985), gilt als psychologischer Allgemeinplatz. Davon zu unterscheiden ist die Zeitschätzung; diese kann retrospektiv sein, das heißt, die Vp wird nach Ablauf einer bestimmten Zeitspanne gebeten, deren Länge einzuschätzen, ohne zuvor gewußt zu haben, daß

sie später eine Zeitschätzung abgeben soll. Bei prospektiven Zeitschätzungen dagegen ist der Vp vorher bekannt, daß sie später die Zeitdauer einschätzen muß. Soll ein vorgegebenes Zeitintervall produziert werden, also nach dessen subjektiv geschätztem Ablauf reagiert, so ist dies immer eine prospektive Aufgabe; Intervallvergleiche können pro- oder retrospektiv durchgeführt werden (Fraisse, 1984). Die Übereinstimmung von geschätzter und physikalischer Zeit hängt sowohl von der Art des Schätzparadigmas als auch von der Intervallfüllung ab, die je nach Komplexität der Füllung interagieren (vergleiche dazu Hicks et al, 1976). Die Zeitschätzung kann durch Lernen verbessert werden (Fraisse, 1984). In empirischen Studien zur Psychologie der Zeit werden vorwiegend Intervalle im Sekunden-Bereich untersucht, nur ganz selten wurden die in der Schlaforschung eher interessierenden Intervalllängen von mehreren Minuten bis zum Stundenbereich verwendet.

Allgemein existieren zwei widerstreitende Modelle, wie Zeitschätzungs-Phänomene zu erklären sind (Block, 1979): fast analog zur Erbe-Umwelt-Kontroverse alle psychischen Phänomene betreffend schreiben verschiedene Forscher die Fähigkeit zur Dauerschätzung entweder einer zeitgeber-unabhängigen "inneren Uhr" oder kognitiven Vorgängen zu, die verschiedene andere Informationen, bzw. emotionale Zustände einbeziehen. - Das Verhalten von Vpn in zeitgeberfreien Umgebungen (Aschoff, 1984), in denen eine konstante Schlaf-Wach-Rhythmik von ca. 25,6 Stunden beibehalten wird, spricht für innere Uhren, zumindest was die Körperfunktionen, nicht unbedingt, was das Bewußtsein betrifft; es ist aber prinzipiell sinnvoll anzunehmen, daß solche Oszillationen wahrgenommen und eingeschätzt werden können. Die Zeitschätzung im Stundenbereich ist in solchen Umgebungen auf die mehr als 25 Stunden bezogen, die als 24-Stunden-Intervall erlebt werden

(Aschoff, 1984, Lavie & Webb, 1975); die Relationen werden richtig beibehalten, so daß im Vergleich zur physikalischen Zeit Zeitunterschätzungen stattfinden. Für Tagesschätzungen im Stundenbereich (eine Stunde) unter vier gleichzeitig gesetzten modifizierenden Bedingungen berichten Borg & Gallinat (1985), daß ein kognitiver Ansatz deutlich mehr erkläre als ein physiologischer (innere Uhr oder Zeitsinn). Bei Webb & Ross (1972) nannten die 10 Vpn, die ihre Schätzungen von Intervallen zwischen einer und vier Stunden beim Lesen in einer geschlossenen Kabine abgaben, am häufigsten die Lesemenge als kognitiven Schlüsselreiz zur Zeitschätzung. Im Schnitt schätzten sie die Zeiten vergleichsweise synchron mit der physikalischen Zeit ein, allerdings mit größeren individuellen Abweichungen.

Als "Qualität des Zeitsinns" interpretiert wurde in früheren Untersuchungen (zit. bei Zung & Wilson, 1971) auch die Fähigkeit von Personen, zu einem bestimmten Zeitpunkt aufzuwachen. Bell (1980) berichtet, daß bis zu 59 % der Erwachsenen von sich behaupten, dies zu jedem ungewöhnlichen Zeitpunkt zu können. Empirisch konnte diese Fähigkeit bei etwa einem Drittel von Vpn in gewissen Grenzen nachgewiesen (Zung & Wilson, 1971, Zepelin, 1978), aber nicht auf einen Zeitsinn zurückgeführt werden. Zepelins (1978) Ergebnisse sprechen für eine leicht bessere Schätzfähigkeit im Zusammenhang mit REM, und auch Zung & Wilson (1971) vertreten aufgrund ihrer Daten die Hypothese, daß evtl. REM oder auch sonstige (nicht näher benannte) biologische Rhythmen Schlüsselreize für Dauerschätzungen nachts darstellen könnten. Äußere Hinweisreize fallen im Labor weg. Block (1979, p 200) postuliert deshalb für die Fähigkeit zur Eigen-Weckung spezifische, "sub-bewußte" (dissoziierte) informationsverarbeitende Mechanismen. Als allgemeines Charakteristikum aller erfolgreichen Vpn in solchen Nächten im Vergleich zu Kontroll-

nächten wird Übereinstimmend eine erhöhte Anzahl von Aufwachepisoden und ein unruhigerer Schlaf berichtet (Zung & Wilson, 1971, Bell, 1980).

Einschätzungen der vergangenen Schlafdauer nach Wecken sind wohl meist schlecht und wirkten z.B. bei Noble & Lundie (1974) zunächst eher zufällig, konnten aber durch Üben und Rückmeldung verbessert werden. Die dennoch auch nachts überzufällig richtigen Einschätzungen wurden als Nachweis betrachtet, daß die "biologische Uhr" auch nachts weiterläuft. Carlson et al (1978) wiesen bei 10 Gesunden eine gute Zeitschätzung bei REM-Schlaf-Intervallen nach, eine sehr schlechte dagegen bei Delta-Schlaf. Zeitwahrnehmung wird dabei als Teil des "fortlaufenden REM-Denkens" betrachtet. Coates et al (1983) führten Polygraphien zuhause durch, wo die jeweils 12 Schlafgestörten und parallelisierten Gesunden die Schlafzeiten meist sehr gut einschätzten; Schlafgestörte unterschätzten lediglich die vorangegangene Schlafzeit beim Wecken nach der zweiten Spindel sowie bei spontanen Aufwachepisoden, Gesunde überschätzten die Zeit bei spontanen Aufwachepisoden. Bei den Weckversuchen von Gibson et al (1982) stimmten die Schätzungen Gesunder weitgehend mit der physikalisch vergangenen Zeit überein, ebenso wie die "akkuraten" SL-Schätzungen Gesunder, die ja mehrfach berichtet wurden (siehe oben, 2.3).

In zwei Arbeiten wurde die Schätzung längerer Intervalle tagsüber und während des Schlafs verglichen: Noble & Lundie (1974) Vpn konnten die geforderten Stunden-Intervalle tagsüber retrospektiv deutlich besser einschätzen als die Nachtintervalle. Webb & Ross (1972) verglichen ihre Daten zur Zeitschätzung tagsüber mit denen von Zung & Wilson (1971, Aufwach-Versuche) und stellten durchaus vergleichbare Leistungen fest (verschiedene Stichproben).

Die Befunde sind also divergent: es gibt unter Nicht-Schlaf-gestörten Personen, die die Zeit tagsüber und/oder nachts entsprechend dem physikalischen Zeitablauf einschätzen können, dies sind aber keineswegs alle und auch nicht die meisten. Es ist völlig unklar, worauf diese Fähigkeit zurückzuführen ist; weder die Langeweile vs. Gefülltheit des Intervalls noch kognitive Hinweisreize geben durchgängig sinnvolle Hinweise, da es sich z.T. um Schlaf dreht. Oder, um es mit Carlson et al (1978) zu sagen: "...judged time is correlated with elapsed time under some conditions but not others" - ohne daß diese Bedingungen wirklich verallgemeinerbar wären. Sicher ist lediglich, daß die Fähigkeit zur genauen Zeitschätzung im Stundenbereich vor allem nachts auch bei Gesunden keineswegs allgemein verbreitet ist und bei Schlafgestörten nicht untersucht, so daß nicht begründet davon gesprochen werden kann, Schlafgestörten mangle es an Zeitschätzungs-Kapazitäten.

4.4 Gedächtnis und Schlaf

Unter mentalen Ereignissen - im Englischen allgemeiner "private experiences" - im Schlaf versteht man für gewöhnlich Traumerlebnisse. Diese "privaten" Erlebnisse werden oft nicht bewußt und nicht im Gedächtnis gespeichert. Welche solcher Ereignisse im Schlaf bis zum Morgen gespeichert werden und womit das zusammenhängt, wurde fast ausschließlich im Rahmen der Traumforschung untersucht, wo sogar gelegentlich explizite Bezüge zu Gedächtnistheorien aus der Allgemeinen Psychologie zu finden sind (Salzarulo & Cipolli, 1981, Cipolli & Salzarulo, 1981, Cipolli et al, 1984, Koulack & Goodenough, 1976).

Ein spezifisches Modell zur Erinnerung von Träumen haben Koulack & Goodenough (1976) vorgestellt: es wird angenommen,

daß die Effektivität der Verarbeitung und damit Speicherung von Traummaterial zum einen vom arousal level abhängt (die sogenannte arousal Hypothese), zum anderen von der Ablenkung. Das "zu merkende" Material ist sowohl nachts beim Wecken als auch morgens nur dann verfügbar, wenn es in irgendeiner Weise aus den sonstigen "mental" Informationen herausragte und so überhaupt zur Verarbeitung anstand, dann aber auch tatsächlich gespeichert werden konnte, was wiederum davon abhängt, ob es während des Speichervorgangs keine interferierenden Informationen gab.

Die expliziten "Schlaf-und-Gedächtnis"-Arbeiten befassen sich nicht mit dem Gedächtnis für Abläufe oder Ereignisse im Schlaf, sondern mit der möglichen Rolle, die der Schlaf bei der Konsolidierung von schlafunabhängigen Gedächtnisinhalten, der berühmten Gedächtnisspur, spielen könnte. Soweit diese Arbeiten von Schlafforschern durchgeführt werden, sind sie durchwegs im Paradigma der Suche nach dem Zweck des Schlafs zu verstehen.

Eine ganze Reihe von Untersuchungen unterstützt diese Konsolidierungs-Hypothese, die besagt, daß Schlaf das Behalten von Lernmaterial fördert. Die geprüften Lerninhalte waren Wortlisten, mit oder ohne cluster-Möglichkeit, Bildmaterial oder semantisch sinnvolleres, auch schematisierbares Material wie Geschichten: bei Benson & Feinberg, 1975, Ekstrand, 1967, Empson & Clarke, 1970 und Idzikowski, 1984 erzielten Vpn nach Schlaf bessere Ergebnisse als nach derselben Zeit ohne Schlaf. Als Gründe für die Verbesserung wurde eine mögliche aktive Konsolidierung der "Gedächtnisspur" diskutiert, aber auch eine passive, nämlich das Fehlen von interferierendem Reizmaterial. Es wurde auch spezifischer überprüft, inwieweit eine aktive Konsolidierung mit Delta- oder REM-Schlaf zusammenhängen könnte. Während McGaugh et al

(1979) Delta und REM für wesentlich halten, stellen Empson & Clarke (1970) und Tilley & Empson (1978) in Nacht- sowie Scrima (1982) in Tagschlafuntersuchungen eine deutliche Steigerung der Gedächtnisleistung lediglich nach REM-Schlaf fest. In den Studien von Greenberg et al (1983) und Cartwright et al (1975) war die spezifische Steigerung der Gedächtnisleistung nach REM zusätzlich auf emotional bedeutsame bzw. die Person selbst bestärkende Inhalte beschränkt. Daß umgekehrt Tiere (Katzen, Ratten, Mäuse) auf Lernaufgaben mit einer deutlichen Steigerung der REM-Schlaf-Dauer reagieren (Bloch et al, 1979), wurde ebenfalls als Bestätigung der Konsolidierungshypothese interpretiert. Auf der anderen Seite gibt es Arbeiten, die beim Menschen keine spezifische Bedeutung von REM-Phasen für die Behaltensleistung nachweisen konnten (z.B. Chernik, 1972, Castaldo et al, 1974; für Tagschlafuntersuchungen Schoen & Badia, 1984).

Somit konnte die Konsolidierungshypothese zwar häufig durch empirische Ergebnisse untermauert werden, gelegentlich wurde sie aber auch widerlegt. Falls sie gilt, müßte Aufwachen im Schlaf eigentlich besonders gut gespeichert werden - falls es denn registriert wird. Dieser zweite Aspekt des Komplexes Schlaf und Gedächtnis, nämlich die Morgenerinnerung für mentale Schlafereignisse, ist für die vorliegende Arbeit wesentlicher: wie gut erinnern sich Vpn morgens oder beim Wecken nachts an Ereignisse im Schlaf?

Zunächst soll kurz zusammengefaßt werden, wie Gedächtnis generell und für eigenproduzierte Ereignisse im besonderen konzeptualisiert werden könnte. Den verschiedenen Gedächtnistheorien gemeinsam ist die Dimension der Zeit beim Gedächtnis, die Einteilung des Merkvorgangs in Encodierung (Vercodung), Speicherung im Kurzzeitgedächtnis (KZG) und dann Übernahme ins Langzeitgedächtnis (LZG). Über das Wesen

von KZG und LZG sowie die Art der Übernahme von KZG-Inhalten ins LZG gibt es mehrere Hypothesen. Die theoretische Diskussion zwischen der These des "working memory" (der Annahme, daß das Gedächtnis nur unter der Prämisse aktiver Informationsverarbeitung überhaupt funktioniert) und der These der Aufmerksamkeit und des KZG als einer Art Unterinstanz des LZG, die nur Inhalte ins LZG durchläßt, auch die auch geachtet wird, ist jedenfalls nicht entschieden (Shiffrin, vergleiche Craik, 1979). Experimentell ist bei Gedächtnisexperimenten nur die Vorgabe- und Lernphase zu kontrollieren, zu erfassen ist die Wiedergabe bzw. das Wiedererkennen. Es gibt viele Befunde dafür, daß jedes "Erinnerungsrecord eines Ereignisses einige qualitativ verschiedene Arten von mentation enthält" (Craik, 1979), daß die empirisch erfaßten Äußerungen schon durch verschiedenartige verarbeitende Filter gegangen sind.

Tulving legte 1984 ein Konzept zur inhaltlich-logischen Gliederung des LZG vor (Tulving, 1984, 1985). Erst kürzlich versuchte er, diese theoretischen Gedächtnis-Ebenen mit verschiedenen Formen bzw. Ebenen des Bewußtseins zu verknüpfen (Tulving, 1985). Dieses Konzept erscheint für die Erinnerung an "private Ereignisse" im Schlaf gut anwendbar. Tulving unterscheidet 1) das prozedurale Gedächtnis, das dafür verantwortlich ist, daß Personen wissen, wie (et)was zu tun ist, inhaltlich geht es um die "Erlangung, das Behalten und die Anwendung wahrnehmungsmäßiger, kognitiver und motorischer Fähigkeiten", 2) das semantische Gedächtnis, das sich auf das "symbolisch repräsentierbare Wissen über die Welt" bezieht, wo aber kein direkter Bezug auf die Persönlichkeit und ihre eigene Geschichte vorhanden ist (Chang, 1986) und 3) das episodische Gedächtnis, das für "das Erinnern persönlich erlebter Ereignisse" nötig ist.

Im Schlaf werden prozedurale Gedächtnisleistungen notwendig, wenn Vpn nachts noch "wissen" müssen, bei welchen Reizen sie z.B. einen Hebel betätigen oder sonst ein instrumentelles Verhalten zeigen sollen. Die Morgenerinnerung, ob sie es dann tatsächlich durchgeführt haben, ist nicht mehr prozedurales Gedächtnis, und die beiden Inhalte gehen auch nicht konform: die Vpn von Perry et al (1978) konnten im Schlaf instrumentelles Verhalten zeigen, konnten auch benennen, was es war, wußten aber morgens nicht, ob sie es auch durchgeführt hatten oder nicht.

Das semantische Gedächtnis wird im Schlaf zum Beispiel benötigt, wenn experimentelles Material, das nicht auf die Person bezogen ist, gelernt und morgens reproduziert werden soll. Es kann entweder abends oder während experimenteller Wachepisoden zum Lernen vorgegeben werden. Lernen in regelrechten Schlafstadien wurde immer wieder diskutiert, aber wohl nie schlüssig nachgewiesen (vgl. Emmons & Simon, 1956, Aarons, 1976 für einen Überblick); immer scheint jedoch die Wachnähe des EEGs für Erinnerung wesentlich zu sein. Bonnet (1983) untersuchte das Gedächtnis für Ereignisse bzw. Merkaufgaben, die während kurzer Weckepisoden stattfanden. Die Gedächtnisleistungen wurden kontinuierlich besser, wenn ab dem Wecken bis zu acht Minuten mit der Präsentation des verbalen Lernmaterials gewartet wurde. Sowohl die unmittelbare Merkfähigkeit als auch die nach Schlaf am Morgen war umso besser, je leichter das Schlafstadium war, aus dem geweckt worden war. Diese Ergebnisse wurden als die arousal-Hypothese bestätigend interpretiert, wobei das minimale arousal-level auch eine gewisse Zeit aufrechterhalten werden muß, um eine längerfristige Speicherung zu ermöglichen. - Dieses Bild ändert sich nach der Gabe mancher Benzodiazepine, insbesondere Flunitrazepam, wo z.B. die Lernerfolge in Wachepisoden generell deutlich herabgesetzt sind (Bixler et

al, 1979).

Das episodische Gedächtnis, das die "privaten Erfahrungen" betrifft, umfaßt im Schlaf die Träume und das "subjektiv" genannte Erleben von Aufwachen und Wachsein. Traumerinnerungen werden meist nicht nach spontanem Aufwachen am Morgen abgefragt, sondern beim Wecken nachts, oft aus REM (Cipolli et al, 1981 a), aber auch aus NREM-Stadien oder beiden (Antrobus, 1983, Goodenough et al, 1965). Traumberichte sind häufiger nach abruptem als nach langsamem Wecken aus REM (Shapiro et al, 1965), sie sind luzider nach Alpha-Einstreuungen (Ogilvie et al, 1982, Tyson et al, 1984). REM-Träume scheinen sich inhaltlich von NREM-Träumen zu unterscheiden, insbesondere im ersten REM-NREM-Zyklus (Foulkes, 1982). - Am Morgen wird meist nur noch ein Teil der nächtlichen Traumberichte wiedergegeben, und zwar relativ umso weniger, je häufiger geweckt wurde (zitiert bei Cipolli et al, 1981 b, und 1984). Cipolli et al (1984) interpretieren dieses "Vergessen" bzw. die Unfähigkeit, nachts berichtete Denk- bzw. Traum inhalte morgens ein zweites Mal zu reproduzieren, als Interferenzerscheinung, das heißt "neue", also spätere private Ereignisse interferieren mit der Konsolidierung des Gedächtnisinhalts. Allerdings konnten 10 Vpn, die je viermal nach neun Minuten REM geweckt wurden und "mental sleep experience"-Berichte auf Tonband sprachen, mit Hilfe weniger Hilfs-cues die Traumerinnerung reaktivieren (Cipolli et al, 1984), quasi ein Wiedererkennen statt eines aktiven Erinnerns. Die Autoren schließen daraus, daß die Traum inhalte zwar morgens nicht alle selbsttätig reaktivierbar, aber in irgendeiner Form gespeichert waren, was vereinbar mit der These des zustandsabhängigen Lernens wäre, die Koukkou & Lehmann (1980) als eine Grundlage ihres Konzepts zum Zusammenhang von Träumen und Neurosen vorstellen. Eine Verbesserung der Wiedergabe-Rate durch cues ist allerdings generell

typisch für verbales Material (Craik, 1979), so daß möglicherweise weniger die Träume, als vielmehr die nachts darüber geäußerten Berichte gespeichert wurden.

Aber auch Schlaflatenz und Aufwachepisodes müssen als "private Erlebnisse" betrachtet werden. Diese sind erheblich seltener untersucht als Träume, und wenn, gehören sie gewöhnlich nicht zur Hauptfragestellung. Die Erinnerung an sie fällt unter die Kategorie des episodischen Gedächtnisses. Sie sind weder zeitlich so umfangreich noch semantisch so reichhaltig wie Träume, aber dennoch "privat" und vor allem bei Schlafgestörten von eindeutiger emotionaler Qualität (nämlich negativ). Die Wahrnehmung, das Erleben und die Speicherung der Episodes als jeweils disjunkte Ereignisse sind die Voraussetzung für das Gedächtnis und die Wiedergabe am Morgen. Die Anzahl erinnelter Aufwachepisodes ist schon bei Gesunden niedriger als die EEG-definierter (30 Sekunden Alpha), bei Patienten ist der Unterschied noch auffälliger. Träfe die arousal-Hypothese zu, wäre dies nicht verwunderlich, ist doch ein Großteil der EEG-definierten Aufwachepisodes von sehr kurzer Dauer unterhalb des Minuten-Bereichs. Baekeland & Hoy (1971) berichten, daß die Erinnerung an die Anzahl der Aufwachepisodes etwa mit der Anzahl der länger-dauernden polygraphischen (>3 oder >4 Minuten) übereinstimmt. Bei Anch et al (1982) dagegen korrespondiert die Anzahl erinnelter Aufwachepisodes nicht mit der Anzahl längerdauernder EEG-Wachepisodes (es wird jedenfalls nichts Derartiges berichtet), sondern mit der Anzahl gegebener Verhaltenssignale beim Aufwachen, wobei diese Aufwachepisodes auch relativ kurz sein konnten. Dies könnte mit der Shiffrinschen These der Aufmerksamkeit als Voraussetzung für die Speicherung erklärbar sein. Weder Campbell & Webb (1981) noch Langford et al (1972) bringen Selbsteinschätzungs-Daten über die Anzahl der Aufwachepisodes, so daß außer der Studie

von Anch et al (1982) keine weiteren Vergleiche zwischen Verhaltensdaten nachts und der Morgenerinnerung verfügbar sind.

Lernaufgaben vor dem Schlaf und während nächtlicher Weckepisoden fallen unter die Kategorie des semantischen Gedächtnisses im Sinne von Tulving (1984), Träume sowie Schlaflatenz und Aufwachepisoden als solche unter das episodische. Für die Erklärung von Gedächtnis für Ereignisse, die in enger zeitlicher Nähe zum Schlaf auftreten, existieren die Konsolidierungshypothese und die arousal-Hypothese. Die Konsolidierungshypothese hat am ehesten Erklärungswert für die Merkfähigkeit für Ereignisse vor dem Schlaf, für Ereignisse im Schlaf sprechen die Befunde eher für die arousal-Hypothese, die auch mit der These des zustandsabhängigen Lernens vereinbar ist. Für das in der vorliegenden Arbeit wesentliche "private Erlebnis" Aufwachen jedenfalls erscheint die arousal-Hypothese besonders sinnvoll, möglicherweise in Koppelung mit Shiffrins Aufmerksamkeitsthese: die Wahrscheinlichkeit, daß eine Aufwachepisode erinnert wird, würde demnach mit ihrer Bewußtheit steigen. Das Bewußtwerden seinerseits als selbstreflexive Wahrnehmungsleistung setzt Aufmerksamkeit eben diesem Phänomen gegenüber ebenso voraus wie ein angemessenes arousal-level.

5 FRAGESTELLUNG UND METHODEN DER UNTERSUCHUNG

5.1 Fragestellung

Schlaf wurde konzeptualisiert als ein Verhalten, das sich vom Wachzustand auf ganz verschiedenen Ebenen zum Teil deutlich unterscheidet. Beides oszilliert endogen und ist für gewöhnlich circadian synchronisiert. Die meßbaren Veränderungen reichen von einer Verlangsamung der Gehirnaktivität und einer Reduktion sonstiger physiologischer Variablen über eine sensorische Schwellenerhöhung und Wahrnehmungs-Erschwerung bis zum subjektiven Erleben. Im Erleben als "bewußt" möglich wurde Aufwachen beziehungsweise Wachsein gekennzeichnet, wobei Bewußtsein als Fähigkeit zur Selbstreferenz definiert wurde. Es beinhaltet, daß sowohl zwischen Gewahrsein und Nicht-Gewahrsein eines psychologischen Zustandes (spezifisch von Aufwachen) als auch zwischen vorher und nachher unterschieden werden kann; diese subjektive Zeitkomponente schließt notwendig Gedächtnis ein. Es wurde gezeigt, daß die polygraphischen Merkmale der Übergänge zwischen Wachen und Schlafen anhand von Erlebensdaten Gesunder validiert sind und daß es logisch sinnvoller, wenn auch praktisch schwierig erscheint, eine Einschlafphase statt eines Einschlafzeitpunktes anzunehmen. Möglicherweise umfaßt diese Phase den ganzen ersten REM-NREM-Zyklus. Die Annahme der Wahrnehmungslabilität kann unter Umständen auf nächtliche Aufwachepisoden und die nachfolgenden (Wiedereinschlaf-) Zeiträume übertragen werden, was aber nie explizit untermauert wurde (lediglich Sewitchs Daten können in diese Richtung interpretiert werden). Die Wahrnehmungssicherheit und das Bewußtsein von Schlafen und Wachen nach dem Wecken wurde relativ häufig, das aktuelle Bewußtsein spontaner Aufwachepisoden selten untersucht, und wenn, dann an Gesunden.

Die polygraphischen Schlafaufzeichnungen schlafgestörter Patienten unterscheiden sich im Mittelwert in jeder Untersuchung von der Gesunder, der Überlappungsbereich ist aber sehr hoch. Die Wahrnehmungssicherheit bei der Differenzierung von Schlafen und Wachen in Weck-Experimenten ist schon bei Gesunden gering, bei Schlafgestörten teilweise noch geringer. Ein einheitlicher Befund ist, daß Schlafgestörte im Vergleich zu Gesunden größere Schwierigkeiten haben, retrospektiv Wachsein kongruent zur Polygraphie einzuschätzen. Die Differenz zwischen retrospektiven Erlebensdaten und Polygraphie betrifft vor allem die Dauer der Schlaflatenz und nächtlicher Aufwachepisoden. Sie wird bei Patienten häufig einer Beeinträchtigung der Fähigkeit zur Zeitschätzung zugeschrieben. Gesunde können Schlafintervalle beziehungsweise Wachintervalle im Schlaf teilweise kongruent zur Uhrzeit einschätzen, bei Schlafgestörten wurde diese Fähigkeit nie untersucht. Schätzungen von Intervalllängen hängen von der Füllung ab und davon, ob vorher bekannt ist, daß später Zeiträume geschätzt werden sollen oder nicht (vergleiche 4.3 oben). Überdies muß sichergestellt sein, daß tatsächlich dasselbe erfaßt wird - wenn Patienten nicht wahrnehmen, daß sie vorher geschlafen haben, schätzen sie möglicherweise ganz andere Zeiträume ein als die physikalischen, mit denen die Schätzung dann verglichen wird. Auf eine mögliche Bedeutung solcher Wahrnehmungs-Phänomene weist auch der Befund hin, daß die Anzahl der morgens erinnerten Aufwachepisoden sowohl bei Patienten als auch bei Gesunden unter der polygraphisch bestimmten liegt. Bei Gesunden korrespondiert sie teilweise mit der Anzahl nachts gegebener Signale, teilweise formal mit der Anzahl der längerdauernden Wachperioden, die ihrerseits aber nicht mit der Anzahl von Verhaltenssignalen korrespondieren.

Wird polygraphisch definiertes Aufwachen nicht als solches

wahrgenommen, so kann dies heißen, daß es entweder 1) gar nicht als Wach-Sein oder 2) nicht als Auf-Wachen erlebt wird, also die vorangegangene Schlaf-Zeit nicht als Schlaf.

Es wird nun angenommen, daß bei Patienten besonders die zweite Möglichkeit zutrifft, sie also häufig Aufwachepisodes schon aktuell nicht wahrnehmen, und zwar nicht, weil ihnen nicht bewußt wäre, wach zu sein, sondern, weil ihnen nicht bewußt ist, zuvor geschlafen zu haben. Dies müßte sich insbesondere dann zeigen, wenn sie nach der polygraphischen Definition in kurzen Abständen aufwachen. Bei Patienten kommt dies relativ häufig vor. Wenn überhaupt, müßte in solchen Konstellationen die erste Aufwachepisode einer "Serie" wahrgenommen, die nachfolgenden kurzen Schlafintervalle dagegen "ausgefiltert" und der Verlauf im Bewußtsein in Richtung "wach" geglättet werden. Dies gilt sowohl für Aufwachepisodes nachts als auch in der Einschlafphase. Häufiges polygraphisches Erwachen, das kurz nach dem Einschlafen stattfindet, aber nicht wahrgenommen wird, müßte demnach zur Folge haben, daß sich die erlebte Dauer des Wachliegens vor dem Einschlafen generell verlängert. Analog müßten mehrere hintereinander auftretende Episodes nachts als ununterbrochene Wachzeit erlebt werden.

Auch gute Schläfer berichten meist über weniger Aufwachepisodes als polygraphisch gemessen werden. Bei Gesunden wird nun angenommen, daß eher die erste Möglichkeit zutrifft, sie also polygraphische Aufwachepisodes zum Teil gar nicht als Wachsein erleben, sondern dieses im Bewußtsein ausfiltern, der Verlauf wird in Richtung "Schlaf" geglättet. Diese Glättung müßte theoretisch kürzere Episodes mehr betreffen als längere.

Da Lernen und damit Merkfähigkeit im Schlaf außerhalb von

arousals nie schlüssig nachgewiesen wurden, kann angenommen werden, daß morgens entweder ausschließlich oder zumindest bevorzugt diejenigen Aufwachepisoden erinnert werden, die nachts bewußt wahrgenommen wurden. Das würde auch bedeuten, daß nicht nur die Anzahl der selbsteingeschätzten, sondern auch die der aktuell wahrgenommenen Wachepisoden bei beiden Gruppen deutlich kleiner ist als die der polygraphisch gemessenen.

Es wurde deshalb mit einem Verhaltensmaß, einer instrumentellen Reaktion, die aktuelle Wahrnehmung von spontanen Aufwachepisoden nachts geprüft. Diese sollten mit den polygraphischen und retrospektiven Selbsteinschätzungsdaten verglichen werden, und zwar bei Patienten und gesunden Kontrollpersonen. Instrumentelles Verhalten ist im Schlaf bzw. beim Aufwachen möglich, auch auf eigenerzeugte Reize wie Aufwachen (siehe 4.1, 4.2), bei Gesunden ohne zusätzliche Störungen des polygraphischen Bildes; bei Patienten wurde eine solche Meßmethode bis jetzt nicht eingesetzt, so daß gleichzeitig überprüft werden konnte, wie gut dies möglich ist. - Als Eigen-Stimulus wurde aus den genannten Gründen Aufwachen gewählt, da nur Aufwachen die Überzeugung einschließt, zuvor geschlafen zu haben.

5.2 Methode

Stichprobe: Es wurden 28 Vpn untersucht. 14 Vpn waren schlafgestörte Patienten, die im Rahmen einer Therapie-Vergleichs-Studie bei chronischen Schlafstörungen untersucht und behandelt wurden (Knab & Engel, 1986). Sie litten seit durchschnittlich 12 Jahren an Schlafstörungen, in ihrer eigenen Einschätzung alle 14 an Durchschlaf-, neun an Ein- und Durchschlafstörungen. Die Schlafstörung war nicht Begleiterscheinung einer schweren somatischen oder psychiatri-

schen Erkrankung, auch nicht einer schweren Abhängigkeit. Es handelte sich damit um typische Patienten mit primärer Schlafstörung. Die Patienten, 9 Frauen und 5 Männer, hatten ein durchschnittliches Alter von 43,6 Jahren. Die 14 gesunden Vpn waren nach Geschlecht und Alter zu den Patienten parallelisiert. Für die Aufnahme in die Untersuchung wurde die Bedingung gestellt, daß sie sich selbst als gute Schläfer einschätzten, was auch bei einer Übernachtung in einer fremden, ungewohnten Umgebung gelten sollte.

Vorgehen und erhobene Maße: Die gesunden Vpn schliefen je einmal im Schlaflabor. Die schlafgestörten Patienten schliefen im Verlauf der Therapiestudie 10mal im Labor, dreimal vor Beginn der Behandlung. In den Nächten 2 und 3, die im Abstand von einer Woche stattfanden, waren die Patienten medikamentenfrei. Wo es möglich war, insbesondere von der Vollständigkeit der Daten her, wurden die Daten der dritten Labornacht verwendet, ansonsten die der zweiten, einmal die der vierten (nach einer Sitzung Biofeedback zur Entspannung der Stirnmuskulatur). Alle Schlafableitungen fanden im Schlaflabor der Abteilung für Experimentelle und Klinische Psychologie der Psychiatrischen Universitätsklinik München in einer schallisolierten, vollklimatisierten Kabine von 2,80 X 3,00 m Größe statt. Alle Vpn kamen um 22 Uhr, dann wurden die Elektroden für EEG (C 3/C 4 - A 2/A 1), EOG (2 Kanäle) und EMG (Kinn) angelegt. Es wurden Beckman Silber-Silberchlorid-Elektroden bzw. große Schwarzer EEG-Elektroden verwendet. Abgeleitet wurde über ein Schwarzer 8-Kanal-Gerät, die Papiergeschwindigkeit war 10 mm/sec. Die Patienten konnten mit Hilfe einer Infrarotkamera die ganze Nacht beobachtet werden, Sprechkontakt war vom Schlafraum aus in den Beobachtungsraum ständig, vom Beobachtungsraum in den Schlafraum mit einem eigenen Mikrophon möglich. Alle Vpn wurden entsprechend ihren eigenen Wünschen zwischen 6 und

7.15 Uhr geweckt.

In allen ausgewerteten Nächten trugen die Vpn am Daumen der dominanten Hand (hier immer die rechte) einen aufgeklebten Druckknopf. Sie wurden instruiert, diesen Druckknopf immer dann zweimal zu drücken, wenn sie das Gefühl hatten, gerade aufgewacht zu sein. Zweimaliges Drücken erschien notwendig, da bei einmaligem Signal wahrscheinlicher mit Signalen gerechnet werden muß, die auf zufällige Bewegungen zurückgehen. Bei jedem Druck auf den Signalknopf ertönte im Beobachtungsraum ein lauter Summton, so daß die verschiedenen Zeitpunkte, zu denen die Vpn Signale gaben, gleich nachts markiert werden konnten. Zusätzlich wurde das Signal in der Polygraphie automatisch mit aufgezeichnet. Damit kann der Zeitpunkt, zu dem das Signal gegeben wurde, exakt auf das EEG bezogen werden, außerdem konnten einige wenige von den Versuchsleitern Überhörte Signale dennoch festgestellt werden.

Vor dem Ankleben der Elektroden wurden alle Vpn abends im Labor nach Tagesereignissen, ihrer Einschätzung ihrer Nervosität und Müdigkeit sowie ihrer Prognose für ihre Schlafqualität der nun folgenden Nacht befragt (jeweils 5stufige Ratingskala). Morgens wurden sie nach ihrer Einschätzung der tatsächlichen Schlafqualität, absolut und im Vergleich zu sonst (3stufige Ratingskala), der Schlaflatenz und der Aufwachhäufigkeit befragt. Zusätzlich führten alle Vpn in der Woche, in der sie im Labor schliefen, ein Schlafstagebuch mit den Variablen: Aufwach- und Aufstehzeitpunkt, Zeitpunkt des Lichtlösschens, selbst eingeschätzte Schlaflatenz, Häufigkeit nächtlichen Erwachens und die Dauer dieser Episoden, außerdem wurde das Gefühl der Ausgeruhtheit auf einer 5stufigen Skala eingeschätzt.

5.3 Datenanalyse

Alle polygraphischen Schlafprotokolle wurden zunächst online automatisch nach dem von Engel (1979) vorgestellten hybriden Verfahren entsprechend den Rechtschaffen-Kales-Regeln ausgewertet, außerdem ohne Kenntnis der automatisch ermittelten Schlafstadien von trainierten Auswertern visuell (Rechtschaffen & Kales, 1968). Die Zeitepochen betrugen 30 Sekunden. Anschließend fand noch eine Gegenprüfung durch die Autorin statt. Die im folgenden referierten beziehungsweise verrechneten Daten beziehen sich auf die letztgenannte visuelle Auswertung, die sich bei der Scoring von Delta-Schlaf wegen der exakteren Möglichkeiten zur prozentualen Anteilberechnung von Delta-Wellen durch den Computer stark auf die automatische Auswertung stützt. Jedes Protokoll wurde zweimal auf die Wachsignale überprüft, die in der polygraphischen Aufzeichnung mitverzeichnet waren.

Aus den polygraphischen 30-sec-Schlafstadien-Werten wurden die üblichen Variablen berechnet, nämlich TIB (time in bed), TST (total sleep time, Gesamtschlafdauer, TIB ohne SL und ohne Wachzeiten nachts), SL (Einschlaf-Latenz = SL1, siehe unten), AL (Aufsteh-Latenz), TSi (total stage i in min, TSO = wach ohne SL), %i (Prozentanteile der Stadien an TST + TSO), SE (Schlafeffizienz, Verhältnis von TST und TIB), und SSi (stage shift to i, Stadienwechsel nach i, SSO = Aufwachepisoden).

Aus den Tagebuch-Rohdaten wurden ebenfalls die Variablen TIB, TST, SL, HW (Häufigkeit der Aufwachepisoden), DW (Dauer der Aufwachepisoden), SW (Summe der wach verbrachten Zeit), AL (Aufstehlatenz) pro Tag berechnet. Von diesen Werten wurden pro Person Wochen-Mittelwerte berechnet, die dann zu Gruppenwerten gemittelt wurden.

Schlaflatenz und Aufwachepisoden als besonders interessierende Variablen wurden auf mehrere Arten ermittelt, die Abkürzungen werden im folgenden in der hier gegebenen Definition verwendet:

- SL1 := traditionell berechnete Latenz von "Licht aus" bis zur ersten Spindel, beziehungsweise der ersten Epoche Stadium 2 (Kriterium von Agnew & Webb, 1972)
- SL2 := Latenz von "Licht aus" bis zum Beginn des ersten 15-min-Intervalls "konsolidierten" Schlags ohne Aufwachen mindestens in Stadium 2 (Kriterium von Hauri & Olmstead, 1983)
- SLS := Schlaflatenz Selbsteinschätzung
- SS01:= alle Stadienwechsel nach 0 ab Schlafbeginn entsprechend SL1
- SS02:= Stadienwechsel nach 0, vor denen mindestens eine Epoche 2 gescored war: 0-1-0-1-0-Folgen werden nicht als unterschiedliche Aufwachepisoden gewertet. Das übliche Spindel-Kriterium von Agnew & Webb (1972) für die Schlaflatenz wird damit auf das Wiedereinschlafen übertragen
- SS03:= Stadienwechsel nach 0, vor denen mindestens 15 min ununterbrochener Schlaf gescored war (Übertragung des Kriteriums von Hauri & Olmstead, 1983, auf das Wiedereinschlafen)
- SS0V:= nächtliches Verhaltenssignal zur aktuellen Wahrnehmung spontaner Aufwachepisoden
- SS0S:= Aufwachepisoden Selbsteinschätzung

Die Daten der Gruppen wurden mit t-Tests für unabhängige Stichproben verglichen, so weit dies möglich war, oft mußte wegen unterschiedlicher Varianzen bei den Patienten und Kontrollen der nonparametrische U-Test (Mann-Whitney,

Siegel, 1956) gerechnet werden. Dichotomisierte Daten pro Vp wurden mit Fisher's Exact Probability Test verglichen (Siegel, 1956). Die verschiedenen Operationalisierungen von SL und SSO wurden innerhalb der Gruppen mit t-Tests für abhängige Stichproben verglichen oder mit dem nonparametrischen Wilcoxon Test für gematchte Stichproben (Siegel, 1956). Die genaue Analyse der Verhaltenssignale erfolgte im wesentlichen nicht anhand der Gruppenmittelwerte, also personenbezogen, sondern insgesamt, also gruppenbezogen. Analysemethoden waren Chi-Quadrat-Tests. Die Zusammenhänge zwischen den Maßen wurden je nach Datenstruktur als Produkt-Moment- oder Rangkorrelationen berechnet.

6 ERGEBNISSE

6.1 Schlafdaten der Patienten und Kontrollpersonen

Die Selbsteinschätzungen in den Tagebüchern über eine Woche werden als Längsschnittdaten behandelt, aus denen gruppenweise Wochen-Mittelwerte berechnet wurden. Nicht nur in allen diesen Mittelwerten, sondern auch in der Varianz unterscheiden sich die Patienten stark von den Kontrollpersonen. Bei den meisten Variablen wird deshalb kein t-Test, sondern ein U-Test interpretiert (Tabelle 6-1).

Tabelle 6-1

Tagebuchdaten Wochenmittelwerte in Minuten; DW = mittlere Dauer der einzelnen Aufwachepisoden; Übrige Abkürzungen im Text; *: $p < .05$, **: $p < .01$, ***: $p < .001$; Patienten: $N = 14$, Kontrollen: $N = 14$

Variable	Patienten		Kontrollen		t-Test	Varianz U-Test (F-Test)
	MW	sd	MW	sd		
TST	308,3	91,3	422,1	29,6	./.	*** **
TIB	477,9	43,2	453,6	28,1	NS	(07) *
SL	58,9	51,9	7,5	4,4		*** ***
SSO	2,4	1,1	1	0,8	***	NS (**)
DW	15,6	11,4	2	1,6	./.	*** ***
TSO	44,3	25,5	5,5	5,4	./.	*** ***
AL	77,9	69	19,1	11,3	./.	** ***
Ausgeruhtheit (1-5)	3,2	5,7	2,4	4,3	***	NS ***

Die Patienten lagen im Schnitt 8 Stunden und damit länger als die Kontrollpersonen mit 7,5 Stunden im Bett (TIB, $p < .05$). Sie geben eine erheblich längere Schlaflatenz an als die Kontrollen (SLS fast 60 versus 7,5 min, $p < .001$) und wachten lange auf, bevor sie aufstanden (AL fast 80 min),

während die Gesunden nach dem Aufwachen im Schnitt nur noch circa 20 Minuten liegenblieben (Unterschied $p < .001$). Die Patienten geben im Schnitt 2,4 Aufwachepisodes (SSOS) an, die durchschnittlich eine gute Viertelstunde dauerten (DW), die Kontrollpersonen nur eine ($p < .01$), nach der sie praktisch sofort wieder einschliefen (2 min, $p < .001$). Die Gesamtschlafdauer (TST) wird dementsprechend von den Patienten als erheblich kürzer eingeschätzt (308 min versus 422 min bei den Kontrollen, $p < .001$), die Patienten fühlten sich auch schlechter ausgeruht als die Kontrollpersonen (3,2 versus 2,4, 5stufige Ratingskala, $p < .002$, t-Test).

Tabelle 6-2

Selbsteinschätzungsdaten der Labornächte. Patienten N = 14, Kontrollpersonen N = 14; Abkürzungen im Text, DW und TSO aus Tagebuchaufzeichnungen (je N = 12)

Variable	Patienten		Kontrollen		t-Test	Varianz (F-Test)	U-Test
	MW	sd	MW	sd			
SL	50,8	26	22	15,7	./.	*	**
	(N= 12)						
SSO	3,5	2,7	3,6	2,6	NS	NS	./.
DW (TB)	13,5	14,5	4	5,7	*	**	**
			(N=12)				
TSO (TB)	49,6	48	12,9	19,1	*	**	**
			(N=12)				
Müdigkeit (1-5)	2,9	1,6	3,4	0,8	./.	**	NS
Prognose (1-5)	3,8	0,9	2,2	0,8	***	NS	./.
Qualität r(Prog/Qual)	3,7	0,9	2,9	1,0	*	NS	./.
	.69		.49				

An Querschnittsdaten liegen Selbsteinschätzungen und polygraphische Schlafableitungen je einer Nacht bei jeder Vp vor. Von der Tendenz her sind die Selbsteinschätzungsdaten ähnlich wie die Wochenmittelwerte, die Patienten berichten von

erheblich längeren Einschlaf- und Aufstehlatenzen sowie von längerdauernden Aufwachepisoden als die Kontrollen. Im Unterschied zum Wochen-Mittelwert ist die Anzahl der berichteten Aufwachepisoden in der Labornacht bei beiden Gruppen gleich (3,5 versus 3,6, Tabelle 6-2).

Zwei Patienten gaben morgens an, überhaupt nicht geschlafen zu haben. Für die Labornacht prognostizieren die Patienten einen schlechten Schlaf (3,8 auf 5-stufiger Skala), die Kontrollen einen guten (2,2), der Unterschied ist hochsignifikant (t-Test, $p = 0$). Die morgens im Rückblick dann tatsächlich berichtete Schlafqualität entspricht bei den Patienten der Prognose (3,7), die Kontrollpersonen schliefen im Schnitt etwas schlechter als sie angenommen hatten, aber immer noch deutlich besser als die Patienten (2,9, $p < .03$, t-Test), die (Produkt-Moment-)Korrelation zwischen prognostizierter und tatsächlich erlebter Schlafqualität ist dementsprechend bei den Patienten mit .69 höher als bei den Kontrollen mit .49. Auf der 5stufigen Ratingskala für die Müdigkeit ergibt sich bei großen Varianzdifferezenzen (F-Test, $p < .005$) mit dem U-Test kein Unterschied zwischen den Mittelwerten der Gruppen. Wird diese Rating-Skala dichotomisiert in "nicht müde" (1,2) versus "durchschnittlich bis sehr müde" (3 - 5), so sind alle Kontrollpersonen müde, aber die Hälfte der Patienten nicht ($p < .003$, Fisher-Test). - Bei den berechneten polygraphischen Variablen unterscheiden sich Patienten und Kontrollpersonen nicht so konsistent und nicht so stark wie bei den Selbsteinschätzungsdaten (Tabelle 6-3). Die Patienten schlafen kürzer als die Kontrollen (349 versus 388 min, $p .05$, U-Test), die Patienten verbringen nachts mehr Zeit wach (44 versus 20 min, $p < .05$, U-Test), besonders der Anteil von Stadium Wach an der Schlafperiode ist länger als bei den Kontrollpersonen (12 versus 5%, $p < .01$, U-Test). Dementsprechend liegt auch die Schlafeffizienz der Patienten

mit 83 deutlich unter der der Kontrollpersonen mit 94 ($p < .001$, U-Test). Auch die Anzahl der Stadienwechsel nach Wach (SS01, siehe 5.2) bei den Patienten ist höher (16,4 versus 8,2, $p < .05$, U-Test). Diese Variable wird noch gesondert betrachtet, ebenso das Verhältnis zwischen polygraphischen und Selbstbeobachtungsdaten. Nur drei Kontrollpersonen zeigten fünf vollständige REM-NREM-Zyklen, acht Patienten und fünf Kontrollen vier Zyklen. Eine Patientin beendete nur einen REM-NREM-Zyklus vollständig.

Tabelle 6-3

Polygraphische Daten, SS1 = stage shift nach Stadium 1, übrige Abkürzungen im Text; *: $p < .05$, **: $p < .01$, ***: $p < .001$

Variable	Patienten		Kontrollen		t-Test	Varianz	U-Test
	MW	sd	MW	sd			
TIB	426,1	68,5	411,2	36,4	NS		
TST	348,8	57,6	388,2	33	(*)	**	*
SL(St 2)	35,4	28,1	20,1	14,1	(08)	**	NS
AL	5,6	1	2	3,9	NS	***	NS
TSO (min)	44,2	43,2	19,7	15	(06)	***	*
TS1	54,7	26,7	54,4	24,8	NS	NS	./.
TS2	213,1	42,2	233,3	31,1	NS	NS	./.
TSDelta	16,3	18,5	25,1	18,5	NS	NS	./.
TSREM	60,8	19,5	71,0	22,2	NS	NS	./.
% 0	12,3	11,6	4,7	3,5	*	***	**
% 1	13,6	6,2	13,2	58	NS	NS	./.
% 2	53,6	9	57,3	6,3	NS	NS	
% Delta	4,3	5	6,3	4,8	NS	NS	
% REM	15,3	5	17,5	5,3	NS	NS	
SS0	16,4	9,4	8,2	4	**	**	**
SS1	36,4	13,7	29,9	10,4	NS	NS	
Schlafeffizienz	83,1	12,5	94,4	3,7	**	***	**

Die Polygraphie-Statistik spiegelt allerdings nicht alle Unterschiede zwischen Patienten und Kontrollen, die in der polygraphischen Aufzeichnung selbst visuell feststellbar

sind. So finden sich bei den meisten Patienten häufig 5 - 10 sec dauernde Alpha-Einstreuungen in allen Schlafphasen, vor allem im REM-Stadium, bei den Kontrollpersonen nicht. Während des Einschlafprozesses zeigen sich bei manchen Patienten trotz Spindeln, also klarem EEG-Stadium 2, weiterhin schnelle Augenbewegungen, was bei keiner Kontrollperson vorkommt. Die EEG-Amplitude ist bei Patienten, oft extrem flach, aber von der Frequenz her im Theta-Bereich. Selektiv bei Patienten kommt auch vor, daß EEG und EOG als klares REM-Stadium zu werten wären, das EMG aber nicht unter 5 Mikro-Volt abfällt, außerdem finden sich Delta-Wellen im REM-Schlaf. Alle diese Besonderheiten müssen nach den Rechtschaffen-Kales-Regeln unter die Stadien-Einordnung subsummiert werden und werden dies auch. Meist geschieht dies einfach über das Zeitkriterium der 30 sec-Epochen, wenn auch gelegentlich mit gewissen Schwierigkeiten. Die Rechtschaffen-Kales-Auswertung führt damit aber bei den meisten Patienten von der Stadienzuordnung her zu einer Art Glättung des Profils; die Auswertungstechnik bzw. die Epochendauer spiegelt gewissermaßen eine Stadienabfolge vor, die einheitlicher und ruhiger ist als das EEG selbst, die polygraphischen Aufzeichnungen von Patienten und Gesunden weichen insofern etwas deutlicher voneinander ab als die traditionelle Stadieneinteilung.

First-night-Effekte (FNE): Während die hier ausgewerteten Nächte für die Patienten gewöhnlich die zweite oder dritte im Labor und mit der Signal-Vorrichtung waren, war es bei den Kontrollen technisch nicht möglich, FNE durch mehrere Labornächte auszuschalten. Es wurde deshalb anhand der Selbstbeobachtungsdaten überprüft, inwieweit auf diesen Meßebenen FNE nachweisbar sind. Alle Vpn schätzten am Morgen nach der Labornacht die Schlafqualität nicht nur absolut ein, sondern auch im Vergleich zu sonst. Dichotomisiert man

die dreistufige Skala in "besser oder genauso wie sonst" (1,2) versus "schlechter" (3), so gaben sechs Patienten und 10 Kontrollpersonen einen subjektiven FNE an, nämlich schlechter als sonst geschlafen zu haben, acht Patienten und vier Kontrollpersonen gaben an, genauso oder gar besser geschlafen zu haben. Statistisch unterscheiden sich die Gruppen dabei nicht ($p = .12$, Fisher-Test). Die Kontrollen gaben außerdem eine signifikant schlechtere Schlafqualität an als sie am Abend zuvor prognostiziert hatten, bei den Patienten decken sich die Werte. - Außerdem wurde bei den Tagebuchdaten ein zweites Wochenmittel ohne die Daten aus der Labornacht berechnet, allerdings nur für 12 Personen pro Gruppe. Zwei Kontrollpersonen hatten das Tagebuch eine Woche vor der Labornacht ausgefüllt, die zwei Patienten, die angaben, nicht geschlafen zu haben, wurden wegen zu starker Verzerrungen nicht berücksichtigt. Damit ergeben sich bei den Patienten nur zwei Unterschiede zwischen Labornacht und dem Rest der Woche: Sie gehen etwas später schlafen und liegen deshalb kürzer im Bett (was sich nicht auf die TST auswirkt) und fühlen sich noch weniger ausgeruht als sonst (3,6 versus 3,1, 5stufige Skala, $p < .05$, t-Test). Die Kontrollpersonen dagegen benötigen ihren eigenen Einschätzungen nach in der Labornacht mehr Zeit zum Einschlafen (21,5 versus 5,1 Minuten, $p < .01$), wachen häufiger auf (3,5 versus 0,7, $p < .01$, t-Test), liegen aber morgens kürzer wach (6,9 versus 24,5 Minuten, $p < .003$, t-Test). Der Unterschied in der Aufstehlatenz ist darauf zurückzuführen, daß die Kontrollpersonen eine deutlich ausgeprägte Wochenrhythmik haben und am Wochenende länger liegenbleiben, auch wenn sie schon wach sind, so daß die Höhe der mittleren Aufstehlatenz in der Woche bei den Kontrollpersonen vorwiegend durch die Samstage und Sonntage bestimmt ist. Auf die Einschätzung der Ausgeruhtheit wirkt sich dies nicht aus (kein Unterschied zwischen Labornacht und Rest der Woche). Insgesamt ist bei den

Kontrollpersonen ein zumindest vom Erleben her leichter FNE festzustellen, bei den Patienten nicht.

6.2 Signale zur Wahrnehmung des Aufwachens

Sowohl die Patienten als auch die Kontrollpersonen gaben morgens an, sich subjektiv speziell durch die Signal-Vorrichtung nicht gestört gefühlt zu haben, obwohl die Kontrollen ja nur einmal im Labor schliefen.

Alle Kontrollpersonen gaben mindestens ein richtiges Signal (zweimaliges Betätigen des Druckknopfes). Eine gesunde Kontrollperson, die nicht signalisiert hatte, wurde aus der Stichprobe ausgeschlossen; an ihrer Stelle wurde eine neue untersucht. Von den 14 Patienten signalisierten nur 13. Einer der beiden Patienten, die morgens angaben, nicht geschlafen zu haben, gab auch nachts kein Signal (Patient N), im Gegensatz zum zweiten, der nachts zwei Signale gab, aber sich morgens nicht daran erinnerte und ebenfalls angab, nicht geschlafen zu haben. Da Patient N in anderen Labornächten signalisierte, wurde er als prinzipieller responder in der Stichprobe belassen. Im Gegensatz zu den meisten anderen Patienten konnte bei ihm für die vorliegende Untersuchung auf keine andere als die Labornacht 3 ausgewichen werden, da er einerseits vor der Behandlung relativ viele Medikamente eingenommen hatte, und andererseits auch innerhalb der Therapiestudie medikamentös behandelt wurde, so daß die Labornacht 3 bei ihm die medikamentenfreie mit den geringsten anzunehmenden Entzugerscheinungen war. Zudem schlief er polygraphisch durchaus, ebenso wie der zweite. Die Schlafstadienauswertung der beiden subjektiv durchwachten Nächte zeigt Abbildung 6-1.

Drei Patienten gaben insgesamt achtmal nur ein Signal statt

der vereinbarten zwei. Da alle drei außerdem noch wie vereinbart zweimalige Signale gaben, wird davon ausgegangen, daß die einmaligen Signale als Versehen betrachtet werden müssen oder zumindest nicht ausreichend bewußt gegeben wurden, so daß sie im folgenden nicht als Signale gezählt werden.

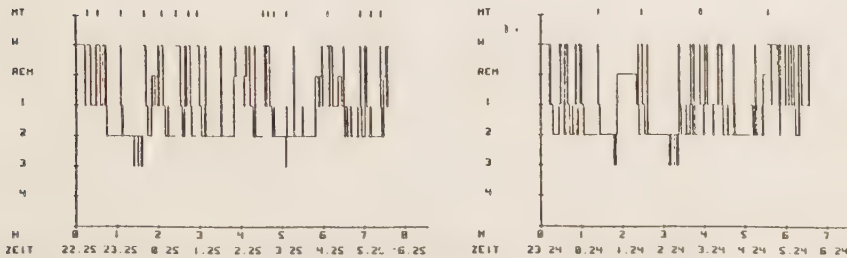


Abbildung 6-1

Schlafverlauf bei zwei Patienten mit dem subjektiven Gefühl, nicht geschlafen zu haben (links: männlich, 48 Jahre, rechts Patient N: 54 Jahre)

Insgesamt gaben die Patienten 46, die Kontrollen 49 Signale, das heißt, die Patienten im Durchschnitt 3,3 (einschließlich Patient N, 3,5 ohne Patient N, range von 0 - 7), jede Kontrollperson 3,5 Signale (range 1 - 9), so daß sich in dem aktuellen Verhaltensmaß zur Aufwach-Wahrnehmung nachts ebenso wenig ein Unterschied zwischen den Gruppen nachweisen läßt wie bei der retrospektiv selbsteingeschätzten Aufwachhäufigkeit morgens.

Die Patienten signalisierten fast ausschließlich in 30-sec-Epochen, die nach EEG-Kriterien als "wach" oder zumindest als Bewegungsartefakte (MT) gewertet wurden, lediglich zweimal in Stadium 1, in "echten" Schlafstadien überhaupt nicht. Kontrollpersonen dagegen signalisierten in einem Drittel der Fälle auch in echten Schlafepochen, außer sechsmal in Stadium 1 noch siebenmal in Stadium 2, einmal in Stadium 3 und zweimal in Stadium REM (Tabelle 6-4, Abbildung 6-2).

Tabelle 6-4

Verhaltenssignale in zeitlichem Zusammenhang mit Schlafstadien; in Klammer jeweils das vorherrschende Schlafstadium der vorangegangenen bzw. nachfolgenden 5 Minuten. Pat = Patienten, K = Kontrollen

		Wach	MT	1	2	Delta	REM	Summe
in Stadium	Pat	26	18	2	-	-	-	46
	K	13	20	6	7	1	2	49
unmittelbar nach Stadium (im weiteren aus)	Pat	12	-	7	15	1	11	46
		(3	-	-	19	7	17	)
	K	3	-	9	19	4	14	49
		(1	-	-	20	8	20)	
unmittelbar ge- folgt von Stadium (im weiteren)	Pat	34	-	10	-	-	2	46
		(11+7	-	1	23	-	4)	
	K	17	3	19	7	-	3	49
		(6+3		21	28	-	11)	

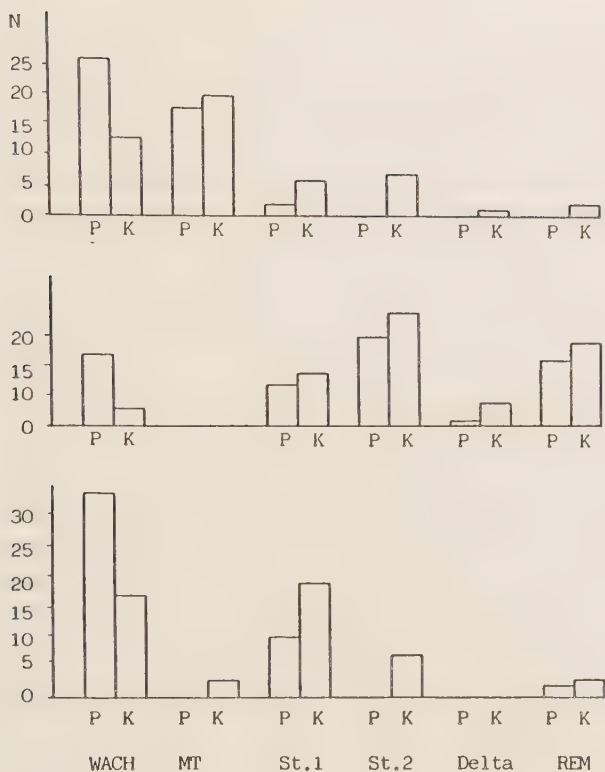


Abbildung 6-2

Anzahl der Signale in Zusammenhang mit Schlafstadien: oben = in Schlafstadium i, Mitte = Stadium i geht dem Signal unmittelbar voraus, unten = Stadium i folgt dem Signal unmittelbar. P = Patienten, K = gesunde Kontrollpersonen

Auch wenn der größte Teil aller Signale sowohl der Patienten als auch der Kontrollen bei einer Gehirnaktivität stattfindet, die als wach oder zumindest als wachnah zu bezeichnen ist, signalisierten die Patienten doch formal noch erheblich

konformer mit der Rechtschaffen-Kales-Auswertung als die Kontrollen. Unabhängig davon, ob man Wach- und MT-Signale zusammennimmt (Patienten: 44 von 46, Kontrollen: 33 von 49) und mit Signalen im Schlaf einschließlich Stadium 1 vergleicht, ob man formal Wach- mit Nicht-Wach-Signalen (einschließlich MT) vergleicht (Patienten: 26 versus 20, Kontrollen: 13 versus 36) oder ob man MT ganz wegläßt und nur Signale im EEG-Wach- vs. EEG-Schlaf-Zustand vergleicht (Patienten: 26 versus 2, Kontrollen: 13 versus 16): die Patienten signalisierten prozentual immer den Rechtschaffen-Kales-Regeln "entsprechender" (Chi-Quadrat-Tests immer mindestens $p < .05$).

Ein Grund für dieses Ergebnis ist möglicherweise in einem unterschiedlichen Reaktionsverhalten der Gruppen zu sehen: einem guten Viertel der Patienten-Signale (12), aber nur 6 % der Signale in der Kontrollgruppe geht bereits eine 30-sec-Epoche voraus, die als 'wach' gewertet wurde (Chi-Quadrat $p < .05$), die Patienten benötigten also erheblich häufiger als die Kontrollen mehr als eine halbe Minute, um wahrzunehmen, daß sie aufgewacht waren. Auf der anderen Seite erfolgten alle 10 Signale der Kontrollgruppe, die formal in einem echten Schlafstadium (außer 1) gegeben wurden, nach einem kurzen arousal, entweder einem Bewegungsartefakt oder klar sichtbarem Alpha. Das fand aber in allen Fällen erst so spät in der Wertungs-Epoche statt, daß diese noch als Schlaf gewertet werden mußte. In allen 10 Fällen folgt auf die Epoche, in der ein Signal gegeben wurde, entweder Stadium Wach oder zumindest Stadium 1.

Somit läßt sich in beiden Gruppen kein einziges Signal nachweisen, das mit einem klaren Schlaf-EEG-Muster ab Stadium 2 zusammenfällt. Die Latenzen vom Beginn dieses arousals bis zum Signal reichten bei den Patienten von 2 bis 340

sec, bei den Kontrollen von 2 bis 157 sec (zwei Signale mit Latenzen von mehr als 15 min wurden nicht mitverrechnet). Die Patienten benötigten im Durchschnitt 35,4 sec, die Kontrollen 16,3 sec, und damit signifikant weniger ($p < .05$, U-Test). Was sich bei der groben Analyse der vorhergehenden und nachfolgenden Stadienwertung andeutet, läßt sich damit etwas genauer zeigen: alle Signale finden nach Auftreten von Wach-Anzeichen im EEG statt, aber die Kontrollen reagierten etwas schneller als die Patienten.

Auf das Signal folgte bei den Patienten in 34 Fällen (74 %) nochmals eine Epoche Stadium Wach, bei den Kontrollen nur in 20 (genauer: 17 Wach, 3 MT, 41 %): ein hochsignifikanter Unterschied zwischen den Gruppen (Chi-Quadrat: $p < .01$). Betrachtet man nur "echte" Schlafstadien 2 bis 4 und REM, so schliefen die Patienten nur zweimal sofort nach dem Signal wieder ein (4 %), die Kontrollen 10mal (20 %, $p < .01$). Generell schliefen die Kontrollen nach dem Signal häufiger als die Patienten sofort wieder ein. Registriertes Aufwachen scheint aber nicht vereinbar mit einer schnellen Rückkehr in den Tiefschlaf.

Es kann nun festgehalten werden, daß sich ein Mensch für gewöhnlich nur wach fühlt, wenn dies auch vom EEG her der Fall ist. Diese notwendige Bedingung für die Wahrnehmung von Aufwachen ist aber nicht hinreichend: selbst wenn man diejenigen Signale, die nicht im EEG-Wachzustand, sondern in MT gegeben wurden, die aber von EEG-definiertem Aufwachen gefolgt werden, zu einer Kategorie "Signale im Wachzustand" zusammenfaßt und außerdem nur das strengere polygraphische Aufwachkriterium SS02 (nur SSO nach mindestens einer Epoche Stadium 2) verwendet, "übersahen" die Patienten 71 % (108 von 152), die Kontrollen 67 % (53 von 79) der polygraphischen Aufwachepisoden (kein Unterschied zwischen den Grup-

pen, Chi-Quadrat-Test).

Behandelt man Aufwachen und Wiedereinschlafen wie Einschlafen und wertet Stadienwechsel nach Wach nur dann als Aufwachen, wenn zuvor mindestens 15 min Schlaf nachzuweisen sind, so gaben 11 der Patienten ausschließlich und 13 vorwiegend Signale zu Beginn einer solchen Episode, die Kontrollpersonen signifikant weniger (5 bzw. 7, Chi-Quadrat $p < .05$).

Allerdings wurde auch von diesen Episoden jeweils nur knapp die Hälfte wahrgenommen (siehe 6.4, Tabelle 6-9). Das heißt, Patienten nahmen 1) fast nur Aufwachepisoden wahr, die lange genug andauerten, um auch polygraphisch als Stadium 0 gewertet zu werden (44 von 46) und 2) fast alle diese Ereignisse (40 von 46) standen am Beginn eines längerdauernden Zeitraums, in dem höchstens kurze, maximal 14,5 min dauernde, Schlafepisoden bis maximal Stadium 2 stattfanden. Diese Episoden enthielten durchschnittlich 2 - 3 SSO, die fast alle aktuell nicht wahrgenommen wurden. Ein Beispiel zeigt Abbildung 6-3.

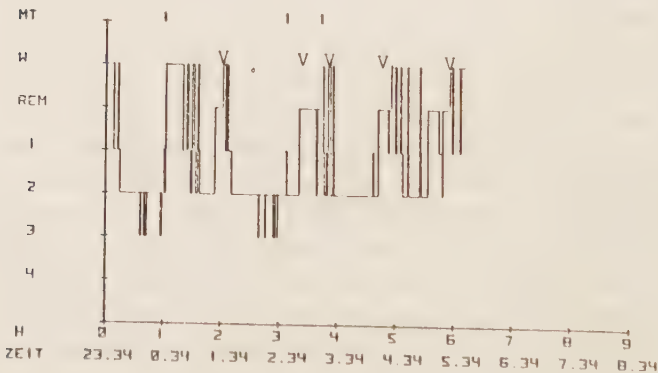


Abbildung 6-3

Schlafverlauf bei einem 38-jährigen Patienten, V = Verhaltenssignal

Die Kontrollen nahmen weniger systematisch wahr: einerseits signalisierten auch sie nur die Hälfte der "strengen" SS03, andererseits ebensoviele kürzere Aufwachepisodes, die nicht den Beginn eines nur von kurzen Schlafepisodes "unterbrochenen" Aufwachzeitraums darstellten, in der Regel aber ebenfalls auf polygraphische Wachanzeichen folgten.

6.3 Verteilungen der unterschiedlich definierten Aufwachepisodes und der erste REM-NREM-Zyklus

Die Verteilung der Verhaltenssignale im Verlaufe der Nacht soll zusammen mit der der polygraphischen Aufwachepisodes untersucht und auf diese bezogen werden. Als Zeiteinheit dafür werden die REM-NREM-Zyklen gewählt. Diese gliedern den Schlaf intern und können als eine "innere Zeiteinheit" im Sinne von Prigogine (1984) aufgefaßt werden. Als Analyseinheit erscheinen sie deshalb valider als starr festgelegte physikalische Zeiteinheiten, insbesondere für Gruppenvergleiche. So sind in den ersten 135 min, die Campbell & Webb (1981) als Zeiteinheit verwendeten, manche Patienten noch vor der ersten REM-Phase, manche Kontrollen aber schon knapp vor der zweiten, so daß bei gleicher Minuten-Spanne die Zeiteinheiten inhaltlich gar nicht vergleichbar sind. - Tendenziell erreichen weniger Patienten (N = 9) als Kontrollen (N = 13) überhaupt den 4. REM-NREM-Zyklus ($p < .08$, Fisher Exact Probability Test); ab diesem Zyklus sind deshalb Vergleiche zwischen den Gruppen weniger verallgemeinerbar und schlechter interpretierbar als in den Zyklen 1 bis 3. - Als polygraphische Definition der Aufwachepisodes wird SS02 gewählt (alle Stadienwechsel, denen mindestens eine Epoche Stadium 2 vorangeht), als Analogon zum üblichen Einschlafkriterium zu Beginn der Nacht.

Tabelle 6-5

Aufwachepisodes SS02 (ohne 0-1-Wechsel), nach REM-NREM-Zyklen 1-4

	Patienten		Kontrollen		t-Test	U-Test
	MW	sd	MW	sd		
1. Zyklus	2,9	2,7	1,7	1,9	NS	
2. Zyklus	3,7	3,5	1,1	1,3		*
3. Zyklus	2,6	1,6	1,5	1,2	*	
	(N=13)					
4. Zyklus	2,5	1,4	1,1	1,3	*	
	(N=9)		(N=13)			

Tabelle 6-6

Verhaltenssignale, nach REM-NREM-Zyklen 1-4

	Patienten		Kontrollen		U-Test
	MW	sd	MW	sd	
1. Zyklus	0,6	0,6	0,1	0,4	NS
2. Zyklus	1,4	1,1	1,3	1,3	NS
3. Zyklus	1,1	1,0	1,5	1,0	NS
	(N=13)				
4. Zyklus	0,5	0,7	0,5	0,7	NS
	(N=0,9)				

Innerhalb der Gruppen variiert die Anzahl der SS02 von Zyklus zu Zyklus nur zufällig (t-Tests für abhängige Stichproben alle $p > .10$, Tabelle 6-5). Im Unterschied dazu zeigt das Verhaltensmaß eine gewisse Rhythmik (Tabelle 6-6): beide Gruppen signalisierten signifikant häufiger im 2. als im 1. Zyklus ($p < .05$, Wilcoxon Test), obwohl die Anzahl der SS02 statistisch im 2. Zyklus nicht höher ist als im 1. Ab dem 2. Zyklus bleibt die Rate fast konstant, bei den Kontrollen sinkt sie wieder vom 3. zum 4. Zyklus ($p < .001$, Wilcoxon

Test).

Die Varianz der polygraphischen Aufwachepisoden im ersten Zyklus ist sehr groß, so daß sich die Gruppen statistisch nicht signifikant unterscheiden (Tabelle 6-5). Obwohl sich gruppenintern die Anzahl der polygraphischen Aufwachepisoden vom ersten zum zweiten Zyklus nicht signifikant ändert, genügt der gegenläufige Trend beider Gruppen (die Patienten wachen noch häufiger auf, die Kontrollen seltener), daß die Patienten im 2. Zyklus mit 3,7 mal signifikant häufiger polygraphisch aufwachen als die Kontrollen (1,1mal, $p < .05$, U-Test). Auch im 3. Zyklus wachen sie signifikant häufiger auf als die Kontrollen (2,6 versus 1,5 mal, $p < .05$, t-Test, einheitliche Werte). Dasselbe gilt für den 4. Zyklus (2,5 versus 1,1mal, $p < .02$, t-Test), obwohl die "schlechtesten" Schläfer in diesem Zyklus schon aus der Patientenstichprobe ausgeschieden sind. Die Werte des 5. Zyklus sind nicht sinnvoll vergleichbar, da ihn nur zwei Patienten überhaupt erreichen. - Trotz der häufigeren polygraphischen Aufwachepisoden der Patienten in den Zyklen 2 bis 4 unterscheidet sich die Anzahl der Verhaltenssignale in den einzelnen Zyklen zwischen den Gruppen nicht (Tabelle 6-6). Die zwei Signale der Kontrollen im 1. Zyklus sind mit den acht der Patienten statistisch nicht sinnvoll vergleichbar.

Da die Verhaltenssignale dann gegeben werden, wenn die Vpn sich wach fühlen, und auch die EEG-Auswertung für sich in Anspruch nimmt, Wachepisoden valide zu erfassen, wird die Signalrate jeder Gruppe auf die Anzahl der polygraphischen Aufwachepisoden bezogen. Dafür müssen diejenigen Signale gesondert betrachtet werden, die in Stadium Wach oder unmittelbar davor auftreten. Hier finden sich deutliche Unterschiede zwischen den Patienten und den Kontrollen im Verlauf. Während im ersten REM-NREM-Zyklus die Patienten mit

fast 20 % einen höheren Anteil der SS02 wahrnehmen (alle nach Delta) als die Kontrollen, die fast alle "Übersehen" (8 %), nehmen die Kontrollen im 2. Zyklus mehr als die Hälfte der Aufwachepisoden wahr, die Patienten nur ein gutes Drittel. Ab dem 3. Zyklus gleichen sich die Gruppen an, der Unterschied der prozentual wahrgenommenen polygraphischen Aufwachepisoden wird kleiner (Tabelle 6-7, Abbildung 6-4). Die Wahrnehmung der Gesunden, die vor der ersten REM-Phase keine einzige polygraphische Aufwachepisode wahrnehmen, wird ab dem Ende der ersten REM-Phase präziser, auch präziser als die der Patienten. Im Übrigen finden sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Gruppen.

Tabelle 6-7

Aufwachepisoden (SS02), Verhaltenssignale (V), Anzahl der Signale in Zusammenhang mit Wach (V in W), Aufwachepisode ohne Signal (W ohne V)

	SS02	V	V in W (in %)	W ohne V
1. Zyklus				
Patienten	41	8	8(19)	33
Kontrollen	24	2	2(8)	22
2. Zyklus				
Patienten	52	19	18(35)	34
Kontrollen	15	18	8(53)	7
3. Zyklus				
Patienten (N = 13)	34	14	13(38)	21
Kontrollen	21	21	10(48)	11
4. Zyklus				
Patienten (N = 9)	23	5	5(22)	18
Kontrollen (N = 13)	15	7	5(33)	10
5. Zyklus				
Patienten (N = 2)	2	0	./.	2
Kontrollen (N = 4)	4	1	1	3
Summe				
Patienten	152	46	44	108
Kontrollen	79	49	26	53

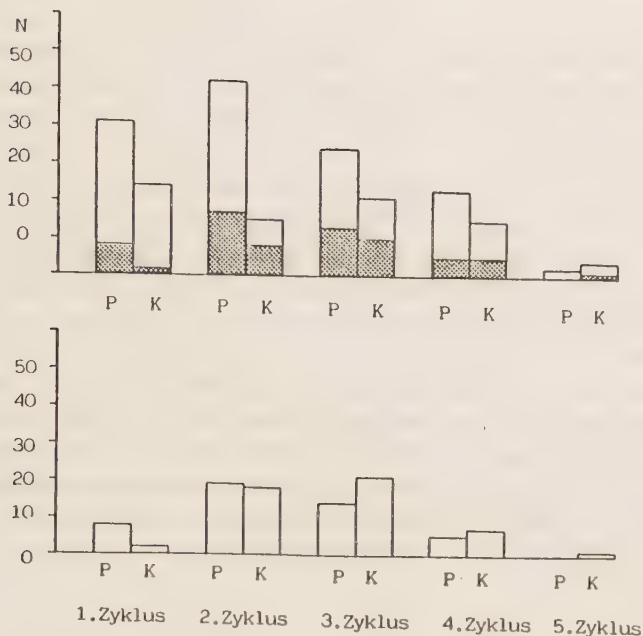


Abbildung 6-4

Oben = SS02 pro Zyklus und Anteil der Signale in SS02 pro REM-NREM-Zyklus. Unten = Gesamtzahl der Signale pro Zyklus. P = Patienten, K = gesunde Kontrollpersonen

Im ersten REM-NREM-Zyklus kommen Aufwachepisodes vor, und zwar ebenso häufig wie sonst, und in den beiden Gruppen nicht in signifikant unterschiedlicher Häufigkeit; auch die Anzahl der Personen, die überhaupt aufwacht (11 Patienten, 9 Kontrollen), unterscheidet sich nicht, aber mehr Patienten ($N = 7$) als Kontrollen ($N = 2$) signalisieren ($p < .05$, Fisher's Exact Probability Test). Beide Gruppen nehmen im 1. REM-NREM-

Zyklus einen größeren Anteil SS02 nicht wahr, als es von der reinen Zeitspanne her zu erwarten wäre (Patienten 31 %, Kontrollen 41 % aller nicht wahrgenommenen Aufwachepisoden, zwischen den Gruppen kein Unterschied).

Die beiden Signale der Kontrollen im 1. REM-NREM-Zyklus werden beim Aufwachen aus REM gegeben, ebenso drei der Patienten-Signale. Bei vier der Übrigen fünf Patientensignale ist eindeutig und bei einem fraglich ein Phänomen zu beobachten, das nirgends in der Literatur beschrieben ist:

Die Patienten wachen nach dem Tiefschlaf oder allgemein nach 70 - 90 min Schlaf neurophysiologisch auf, zu einer Zeit also, in der eigentlich eine REM-Phase erfolgen müßte. Auch dieser Aufwachepisode schließt sich der REM-Schlaf nicht an, es fängt vielmehr praktisch ein etwas verkürzter neuer Zyklus an. Ein Beispiel zeigt Abbildung 6-5.

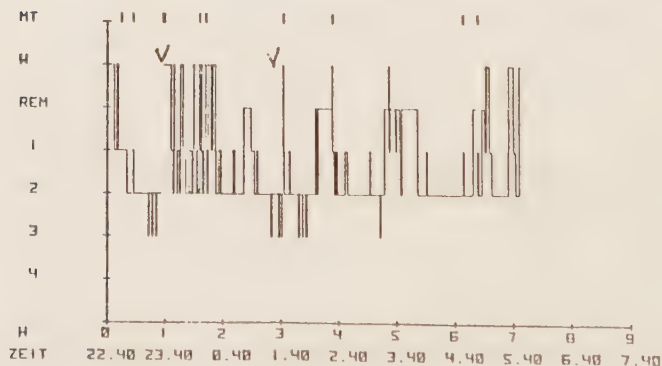


Abbildung 6-5

Schlafverlauf einer 46-jährigen Patientin, V = Verhaltenssignal

Nimmt man hinzu, daß die relative Anzahl der wahrgenommenen Wachepisoden im zweiten Zyklus bei beiden Gruppen deutlich steigt, so bestätigt sich die Annahme der Wahrnehmungs-Labilität zu Beginn der Nacht, wie sie aus Weckexperimenten geschlossen wurde (Sewitch, 1984 a,b), auch für spontane Aufwachepisoden. Die Interpretation ist aber möglicherweise für Patienten und Gesunde unterschiedlich. So wurde die Patientin, deren Schlafprotokoll Abbildung 6-6 zeigt, in der letzten Wach-Periode vor der zweiten REM-Phase vom Versuchsleiter gefragt, warum sie nicht signalisiere, was die entrüstete Antwort zur Folge hatte, sie solle doch nur signalisieren, wenn sie aufgewacht sei, und bis jetzt habe sie schließlich noch gar nicht geschlafen. Diese Patientin hatte offensichtlich nicht wahrgenommen, daß sie geschlafen hatte.

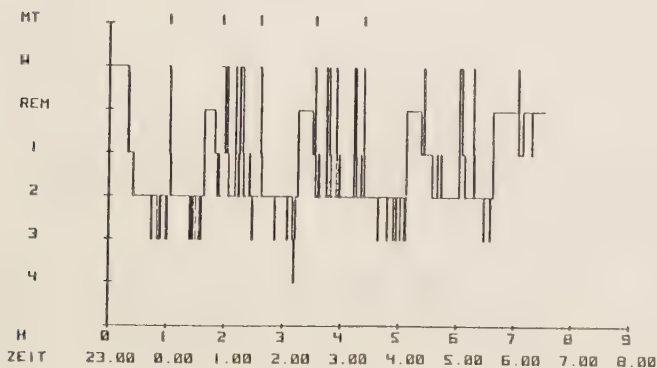


Abbildung 6-6

Schlafverlauf einer 54jährigen Patientin

6.4 Schlaflatenz und Aufwachepisoden - Vergleich unterschiedlicher Operationalisierungen

Schlaflatenz: Verwendet man anstelle des herkömmlichen SL-Kriteriums der ersten Epoche Stadium 2 (SL1) das 15-min-Kriterium von Hauri & Olmstead (1983, SL2), so wirkt sich dies nur bei relativ wenigen Vpn aus, nämlich bei 4 Patienten und 6 Kontrollen. Der Gruppen-Mittelwert von SL2 ist bei den Kontrollen signifikant höher als der von SL1 ($p < .05$, 20 min. SL 1 vs 34 min SL 2), der der Patienten nur tendenziell (36 min SL 1 versus 45 min SL 2, jeweils t-Tests für abhängige Stichproben und Wilcoxon Test, Tabelle 6-8). Die beiden Werte korrelieren vor allem innerhalb der Patientengruppe signifikant (Patienten: $r = .76$, Kontrollen $r = .56$, Produkt-Moment-Korrelation). Gerade diejenigen Patienten, die auch nach dem traditionellen Kriterium lange zum Einschlafen brauchen, wachen also während der Einschlaf-Phase zusätzlich auf.

Tabelle 6-8

Verschiedene Schlaflatenz-Maße; SL1 = Polygraphie erste Spindel, SL2 = Polygraphie, Anfang 15-Minuten-Epoche Stadium 2, SLS = Schlaflatenz Selbsteinschätzung, $r(-/SLS)$ = Spearman's Rangkorrelation zu Selbsteinschätzungsdaten

Variable	Patienten			Kontrollen			t-Test	Var.	U-Test
	MW	sd	$r(-/SLS)$	MW	sd	$r(-/SLS)$			
SL1	35,7	28,2	61	20,4	14,2	27	./.	*	NS
SL2	45,1	27,7	67	34,1	23,4	38	NS		
SLS	50,8	26		22	15,7		./.	*	**

Die Patienten geben selbst 51 min, die Kontrollen nur 22 min SL in der Labornacht an, der Unterschied ist bei sehr hohen Streuungen ($F: p < .04$) hochsignifikant (U-Test: $p < .01$). Wie bereits vermerkt, unterscheidet sich die SL1 (36 versus 20 min) zwischen den Gruppen mit dem U-Test nicht signifikant (hochsignifikante Unterschiede in den Streuungen). Die SL2 nach dem 15-min-Kriterium verlängert die Latenz in beiden Gruppen (45 versus 34 min) und reduziert die Varianzunterschiede, die Mittelwerte der Gruppen unterscheiden sich aber auch mit diesem Kriterium nicht (Tabelle 6-8, Abbildung 6-7).

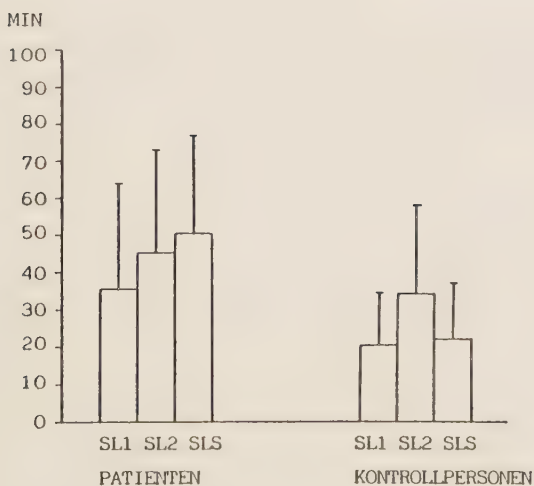


Abbildung 6-7

Dauer der SL in Minuten, verschiedene Definitionen, Erläuterungen im Text (5.3)

Die beiden polygraphischen SL-Werte und die selbsteingeschätzte Schlaflatenz SLS korrelieren bei den Patienten mit 0.61 (SL1), beziehungsweise .67 (SL2, je $p < .05$, Produkt-Moment-Korrelation), bei den Kontrollen ist nur die Korrelation mit SL2 signifikant (.68). Rangkorrelations-Koeffizienten, die wegen des Skalenniveaus von Zeitschätzungsdaten mathematisch vorzuziehen sind, liegen in ähnlicher Höhe, jedenfalls, wenn die beiden Patienten unberücksichtigt bleiben, die behauptet hatten, überhaupt nicht geschlafen zu haben. - Vom Mittelwert her liegen die Selbsteinschätzungen der Patienten mit 51 min über der traditionellen SL1 von 36 min ($p < .05$, t-Test). Auch hier ist - ebenfalls aus Gründen des Skalenniveaus bei Zeitschätzungsdaten - das nonparametrische Verfahren vorzuziehen (Wilcoxon-Test), mit dem sich kein signifikanter Unterschied mehr zwischen der "subjektiven" und der traditionellen polygraphischen Schätzung ergibt, ebensowenig wie zwischen SL2 und der Selbsteinschätzung. - Bei den Kontrollen stimmen die Mittelwerte der traditionell berechneten SL1 und der SLS fast perfekt überein (20 versus 22 min). Die Anwendung des 15-min-Kriterium führt bei sechs Kontrollen zu einer längeren SL2. Verwendet man dieses Kriterium, unterschätzen die Kontrollen die polygraphische SL2 signifikant. Keine einzige der Aufwachepisodes, die innerhalb des SL2-Zeitraums auftreten, wird wahrgenommen.

Aufwachepisodes: Die Anzahl der polygraphisch definierten Aufwachepisodes verringert sich mit der Strenge des Kriteriums sehr stark (siehe Tabelle 6-9, Abbildung 6-8). Die Varianzanalyse über die beiden Gruppen und 3 Maße ergibt nicht nur einen hochsignifikanten Abfall im Verlauf ($p = 0$), sondern auch eine signifikante Wechselwirkung ($p < .05$), der Abfall bei den Patienten ist noch stärker; t-Tests für abhängige Stichproben beziehungsweise Wilcoxon Tests zeigen,

daß diese Verringerung der SSO jeweils von Schritt zu Schritt signifikant ist. Bei den Patienten würde in 33,5 % der Fälle (5,5 von 16,4), und bei den Kontrollen in 30 % (2,5 von 8,2) der gewöhnlich ermittelten Aufwachepisodes gar nicht von solchen gesprochen, würden sie sich im Einschlaf-Zeitraum vor der ersten Spindel ereignen. Das Wiedereinschlafen erfolgt häufig nur bis Stadium 1 oder nur kurz bis Stadium 2: in 7 von 16,4 Fällen (43 %) bei den Patienten, und 3,6 von 8,2 bei den Kontrollen (44 %) konsolidiert sich das Wiedereinschlafen erst nach mindestens 15 Minuten, die Aufwachepisodes "klumpen".

Tabelle 6-9

Verschiedene Maße von Aufwachepisodes; SS01 = alle Stadienwechsel nach wach ab SL1; SS02 = Stadienwechsel nach wach ohne 0-1-Wechsel; SS03 = Stadienwechsel nach wach nach mindestens 15 min Schlaf; SS0V = Aufwachepisodes nach Verhaltenssignal; SS0S = Morgenerinnerung an Aufwachepisodes. r(-/S) = Spearman's Rangkorrelation zu Selbsteinschätzungsdaten

Variable	Patienten			Kontrollen			t-Test Var. U-Test		
	MW	sd	r(-/S)	MW	sd	r(-/S)			
SS01	16,4	9,4	.05	8,3	4	.48	(**)	**	**
SS02	10,9	5,3	.03	5,7	3,2	.18	(**)	*	**
SS03	7	2,8	.31	3,6	1,9	.13	**	NS	
SS0V	3,3	1,8	.90	3,5	2,2	.83	NS	NS	
SS0S	3,5	2,7		3,6	2,6		NS	NS	

Unabhängig von der Berechnungsart wachen Patienten polygraphisch etwa doppelt so häufig auf wie die Kontrollen (je hochsignifikante Unterschiede, U-Test, $p < .01$, siehe Tabelle 6-9). Dagegen findet sich weder bei den Selbsteinschätzungsdaten zur Aufwachhäufigkeit noch bei der Anzahl der Verhaltenssignale ein Unterschied zwischen Patienten und Kontroll-

personen (3,5 versus 3,6 mal), die Konsistenz dieser Angaben ist in beiden Gruppen gleich.

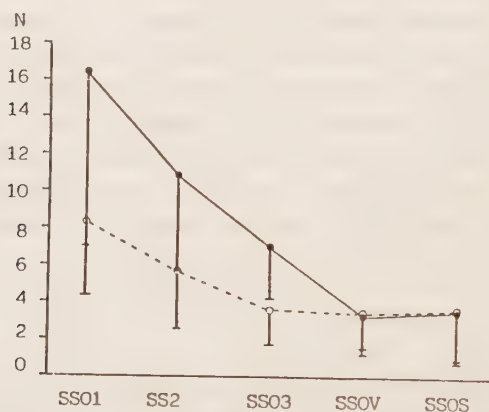


Abbildung 6-8

Anzahl der Aufwachepisodes in unterschiedlichen Operationalisierungen; SSOV= Verhaltenssignal, SSOS = Selbsteinschätzung; — Patienten, --- Kontrollen

Die Patienten "unterschätzen" die Anzahl der Aufwachepisodes signifikant, und zwar unabhängig von der Definition der polygraphischen SSO, selbst bei dem strengsten Maßstab (SSO3), nach dem Wiedereinschlafen erst nach mehr als 15 Minuten als solches gewertet wird. - Bei den Kontrollen sind die Unterschiede zwischen Selbsteinschätzung und SSO durchwegs kleiner, aber sowohl SSO1 als auch SS02 liegen signifikant über der Selbsteinschätzung; erst mit dem restriktiven Kriterium SSO3 (15 min) stimmen polygraphische und Selbsteinschätzungsdaten im Mittel überein. - Die (Rang-)Korrelationen dagegen sind durchwegs niedrig, und sowohl für Patienten als auch Kontrollen mit SSO3 am näch-

sten bei 0. Bei den Patienten sind alle Korrelationen negativ; läßt man die Daten der beiden Patienten weg, die zwar schlecht schliefen, mit extrem häufigen polygraphischen Aufwachepisoden (bei jeder Auswertungsart), aber morgens angeben, überhaupt nicht geschlafen zu haben, so werden die Korrelationen zu SS01 und SS02 annähernd 0, die zu SS03 steigt deutlich, wird aber nicht signifikant.

Die Mittelwerte von Verhaltensmaß und Selbsteinschätzung unterscheiden sich bei beiden Gruppen nicht. Im Gegensatz zum Verhältnis von SS03 und SS05 scheint die Identität der Mittelwerte nicht auf sich ausgleichende Abweichungen nach oben und unten zurückzuführen zu sein. Die Ähnlichkeiten sind vielmehr systematisch: die Selbsteinschätzung der Aufwachhäufigkeit korreliert mit der Anzahl der verhaltensmäßigen Aufwach-Signale hochsignifikant (.90 bei den Patienten, obwohl Patient N in die Berechnung einging, .83 bei den Kontrollen). Damit ist wahrscheinlich, daß die erinnerten Aufwachepisoden am ehesten mit dem Signal, mit der Erinnerung an die nachts bewußt wahrgenommenen Aufwachepisoden, zusammenhängen.

7 DISKUSSION

Schlafgestörten Patienten ist gemeinsam, daß sie im Vergleich zu den vorhandenen Auffälligkeiten, wie sie die polygraphischen Aufzeichnungen ihres Schlafes zeigen, die Schlaflatenz als länger einschätzen, die Anzahl der Aufwachepisoden als niedriger und deren Dauer ebenfalls als länger. Die Beobachtung, daß Patienten häufig mehrfach in kurzen Abständen polygraphisch aufwachen, und der bekannte Befund, daß bei Weckexperimenten das Gefühl, vor dem Wecken geschlafen zu haben, mit der Dauer der vorangehenden Schlafperiode zusammenhängt, führten zu Hypothesen, die die Unterschiede zwischen Polygraphie und Selbsteinschätzung erklären könnten: a) Patienten können polygraphisch definierte Aufwachepisoden, die nach nur kurzem Schlaf auftreten, gar nicht wahrnehmen und b) in Selbsteinschätzungen fassen Patienten die Zeiten, die mehrfach von kurzen Aufwachepisoden unterbrochen werden, als reine Wachperioden zusammen. Unterschiede im Zeitumfang von Wachperioden (SL und nachts) zwischen Selbsteinschätzung und Polygraphie wären demnach am ehesten auf Wahrnehmungsfaktoren zurückzuführen, so daß es nicht sinnvoll wäre, eine eingeschränkte Fähigkeit zur Zeitschätzung bei Patienten anzunehmen.

Die Wahrnehmung spontaner Aufwachepisoden wurde bei Patienten und Gesunden mit einem instrumentellen Verhaltenssignal erfaßt. Diese Methode unterscheidet sich wesentlich von Weckexperimenten, in denen die Frage gestellt wird, welcher Bewußtseinszustand dem Wecken voranging, obwohl beide Methoden die unmittelbare Differenzierung von Schlafen und Wachen verlangen. Der Schlaf wird im hier benützten Paradigma nicht experimentell unterbrochen und damit auch nicht unmittelbar gestört. Wecken stellt einen Eingriff in den natürlichen Schlafverlauf dar, der zusätzlich zu dem vorgenommen wird,

der in der Laboranordnung als solcher besteht. Zudem muß vermutet werden, daß bei Weckexperimenten allein durch die Versuchsanordnung der Schlaf bei Patienten und Gesunden in unterschiedlicher Art und Weise gestört würde, da Patienten größere Schwierigkeiten haben, wieder einzuschlafen.

Ein Verhaltenssignal wie in der vorliegenden Untersuchung wurde bis jetzt nur bei Gesunden als sinnvolle Ergänzung anderer Schlafmaße eingesetzt. Es wäre möglich, daß eine solche Vorrichtung bei Patienten die Schlafstörung noch verstärken könnte (wenn auch sicher weniger als Weckexperimente): Sie könnte ein ohnehin häufiges, schlafstörendes Verhalten der Patienten noch verstärken, nämlich ständig und viel zu intensiv auf den eigenen Schlaf zu achten. Dies scheint aber nicht so zu sein. Weder fühlten sich die Patienten subjektiv gestört, noch gaben die Schlaftagebuchdaten der Labornacht im Vergleich zum Rest der Woche einen Hinweis darauf, daß die Labornächte besonders problematisch gewesen wären. Die Werte für Schlaflatenz und Anzahl sowie durchschnittliche Dauer der Episoden in der Labornacht mit Signalvorrichtung unterscheiden sich nicht von denen der übrigen Wochentage. Es ist also unwahrscheinlich, daß die Patienten durch die Vorrichtung ihren Schlaf noch aufmerksamer als gewöhnlich beobachtet hätten. Auch daß die Vpn von dem Summton, den das Signal im Beobachtungsraum auslöste, aufgewacht wären, ist nicht möglich, da der Schlafraum schallisoliert ist. Damit kann ein solches Signal nicht nur, wie bekannt, bei Gesunden, sondern auch bei Schlafgestörten sinnvoll eingesetzt werden. Auch das zweimalige Signalisieren hat sich bewährt; es ist das kürzestmögliche Verhalten, bei dem Zufallssignale weitgehend ausgeschlossen sind. Im Gegensatz zu Campbell & Webb (1981), die ebenso wie Langford et al (1972) nur einmal signalisieren ließen, wurden hier sowohl von Patienten als auch von Gesunden nur Aufwachepiso-

den signalisiert, die auch polygraphisch nachweisbar sind, zumindest für kurze Zeit oder in direktem Anschluß an das Signal.

Die Differenzierung von wahrgenommenen und nicht wahrgenommenen polygraphischen Wachepisoden entsprechend den REM-NREM-Zyklen, wie sie in dieser Arbeit vorgenommen wird, unterscheidet sich von der in Referenzarbeiten, die die Zeit entweder individuell in vier gleich große Zeiträume gliederten (Langford et al, 1972) oder starr in Minutenzeiträume von je 135 min (Campbell & Webb, 1981). Die Auswertung entsprechend den Zyklen ist dagegen dem individuellen Verlauf auch qualitativ völlig angepaßt. Der jeweils gleiche Zyklus entspricht einem internen Zeitraster im ultradianen Oszillationssystem des Individuums. Sich entsprechende Zyklen sind deshalb sinnvoller vergleichbar als physikalisch gleiche Zeiträume, die völlig unterschiedlich gefüllt sind, gerade beim Vergleich zwischen Schlafgestörten und Gesunden.

Aus technischen Gründen konnte ein First-night-Effekt (Agnew et al, 1966) bei den Gesunden nicht durch Adaptation an das Schlaflabor aufgefangen werden. Zumindest in den Selbsteinschätzungs-Variablen ist er in dieser Gruppe im Vergleich zum Rest der Woche, in der die Labornacht stattfand, nachzuweisen, während bei den Patienten kein FNE feststellbar war. Bei den Gesunden betrifft dieser Effekt vor allem die Schlaflatenz und die Aufwachepisoden, also gerade diejenigen Variablen, die besonders interessieren. Es könnte deshalb eingewendet werden, dadurch würden die Vergleichsdaten für die Gesunden in ihrer Aussagekraft so beeinträchtigt, daß der Vergleich mit den Patienten nicht mehr valide ist. Dies ist aus zwei Gründen wahrscheinlich nicht der Fall: Zum einen war ein wesentlicher Aspekt des FNE der Anstieg der selbsteingeschätzten SL bei den Gesunden. Diese ist aber

identisch mit der traditionell polygraphischen, die als Zeitraum bis zum Beginn der ersten Spindel berechnet wird (Agnew & Webb, 1972). Es kann deshalb angenommen werden, daß zwar die Qualität des Schlafs als solche, nicht aber die Qualität seiner Einschätzung beeinträchtigt war. Zum anderen ging es primär darum, wie schlechte und gute Schläfer spontane Aufwachepisoden wahrnehmen, und nur sekundär darum, ob die Patienten mehr davon aufweisen. Im übrigen kann ein vergleichsweise schlechter Schlaf der Gesunden mit vermehrter Aufwachhäufigkeit sogar dazu führen, daß die Stimulushäufigkeit (Aufwachen) bei den Gruppen besser vergleichbar wird. Zudem haben auch die drei Studien mit ähnlicher Versuchsanordnung entweder auch nur eine Nacht untersucht (Campbell & Webb, 1981) oder zumindest die erste Nacht nicht aus der Datenanalyse ausgeschlossen (Anch et al, 1982, Langford et al, 1972). Dennoch könnte eine ähnliche Untersuchung mit mindestens 5 Nächten pro Vp möglicherweise noch typischere Ergebnisse der Gruppen erbringen.

Trotz des FNE bei den Gesunden ist ihre Schlafqualität besser als die der Patienten; dies betrifft sowohl die selbsteingeschätzten, als auch die polygraphischen Variablen. Die Gesunden schlafen länger und sind absolut und relativ intermittierend kürzer wach als die Patienten, und zwar sowohl polygraphisch als auch subjektiv. Die selbsteingeschätzte SL ist kürzer, lediglich die polygraphische Schlaflatenz der Gruppen unterscheidet sich statistisch nicht, wohl als Folge des FNE. Die Schlafstörung der Patienten ist aber nicht nur im Unterschied zu den Kontrollen nachzuweisen, sondern auch polygraphisch im Vergleich zu anderen Studien: die Schlaffeffizienz von 83 entspricht der bei Coates et al (1982 b) und bei Hauri (1983), lediglich Mendelson et al (1984) berichten noch niedrigere Werte. Auch die polygraphische SL ist mit 34 min typisch, sie ist sogar

etwas länger als die von Monroes (1967) Schlafgestörten mit 15 min und entspricht der von Carskadon et al (1976) und Beutler et al (1978) berichteten Dauer. Lediglich die Patienten von Frankel et al (1976) benötigten polygraphisch noch mehr Zeit zum Einschlafen. Die polygraphischen Daten der hier untersuchten Patienten unterscheiden sich damit nicht nur hinreichend von denen der Kontrollen, sondern entsprechen auch den in der Literatur berichteten. Dies gilt auch für die Selbsteinschätzungsdaten, die über eine Woche gemittelt sind: Sowohl SL als auch die Dauer der Aufwachepisodes ist größer als bei den Kontrollen, die TST kürzer. Die SL ist oft das einzige Maß, das berichtet wird. Sie beträgt in dieser Stichprobe von Schlafgestörten circa 60 min und entspricht damit der in anderen Studien (Alpers et al, 1979, Engel-Sittenfeld et al, 1980, Lacks et al, 1983, Lick & Heffler, 1977, Thoreson, 1981, Turner & Ascher, 1979, Woolfolk et al, 1976). - Die Gesamtschlafzeit ist mit 300 min ebenso lang wie bei Frankel et al (1976, 306 min) und ist sogar noch etwas kürzer als in den wenigen übrigen Studien, die darüber Auskunft geben (Alpers & Biglan, 1979, Carskadon et al, 1976, Hauri, 1981, Hauri et al, 1982, Lick & Heffler, 1977, Seidel & Dement, 1982). Insgesamt können damit die Patienten sowohl von der Selbsteinschätzung als auch von der Polygraphie her als typische Schlafgestörte betrachtet werden. Die qualitativen Beeinträchtigungen des Polygramms, die sich in der Rechtschaffen-Kales-Auswertung nicht abbilden, könnten am ehesten mit Spektralanalysen (Johnson, 1973, Dumermuth et al, 1983) erfaßt werden. Eine entsprechende Technik war zum Zeitpunkt dieser Untersuchung nicht verfügbar.

Bei den Ergebnissen mit dem Verhaltenssignal ist zunächst bemerkenswert, daß die Patienten und Gesunden gleich häufig signalisieren. Vergleicht man die Ergebnisse der Gesunden

mit denen anderer Untersuchungen, in denen ähnliche Signale verwendet wurden, so ist die Signalrate in dieser Stichprobe mit 3,5 die niedrigste. Campbell & Webb (1981) berichten von 8,6 Anch et al (1982) von 5,9 und Langford et al (1972) von 5. Zwar war die Reliabilität des Maßes bei Anch et al (1982) gut, den Zahlen von Langford et al (1972) ist aber zu entnehmen, daß die Zufallsschwankungen auch bei Gesunden recht hoch sind: die 9 Vpn schliefen je 5 Nächte mit Signal, die Häufigkeit reichte von 2,5 bis 5,9 pro Nacht, so daß die Anzahl von 3,5 Signalen durchaus innerhalb dieser Bandbreite liegt. In der Untersuchung von Anch et al (1982) war die maximale Signalthäufigkeit deutlich höher (17 gegen 9 in der vorliegenden Untersuchung), was sicher den Mittelwert beeinflusst. Die größte Differenz in der Signalthäufigkeit besteht zu der Arbeit von Campbell & Webb (1981); diese hatten alle Vpn ausgeschlossen, die gar keine Signale gaben oder Aufwachepisoden von mehr als 3 min nicht signalisierten. Da die Variabilität auch der responder hoch ist, steigt durch diese selektive Stichprobenreduktion die mittlere Signalanzahl. In der vorliegenden Untersuchung wurden dagegen alle responder in der Stichprobe belassen, was die mittlere Signalzahl kleiner hält. Außerdem war die Instruktion der Stichprobe der Patienten angepaßt: Signale wurden einerseits so schnell wie möglich nach dem Aufwachen gefordert, andererseits wurde versucht, keinen "Leistungsdruck" dabei auszuüben, gerade weil dieser bei Schlafgestörten den Schlaf möglicherweise zusätzlich beeinträchtigen könnte. Es wurde deshalb Wert darauf gelegt, daß die Vpn nicht möglichst viele, sondern möglichst "richtige" Signale gaben.

Campbell & Webb (1981) berichten ebenso wie Anch et al (1982) von jeweils etwa 10 Prozent Signalen, die nicht nur in keinem klaren Schlafstadium gegeben wurden, sondern auch ohne Auftreten von Alpha. Im Gegensatz dazu kann bei der

vorliegenden Stichprobe von Patienten und Gesunden eine zumindest kurzfristige polygraphische Wachheit, also Alpha-Frequenzen, als grundsätzlich notwendige Bedingung dafür festgehalten werden, daß Aufwachen erlebt und signalisiert wird; dies gilt für Patienten und Gesunde gleichermaßen. Die Bedingung ist aber nicht hinreichend. Es wurden keineswegs alle polygraphischen Wachepisoden als Aufwachen erlebt, selbst bei der strengsten Definition war es nur etwa die Hälfte. Auch in allen anderen Studien, die Verhaltenssignale zur Eigenwahrnehmung der Wachheit verwenden, wurde eine große Anzahl Wachepisoden (Campbell & Webb, 1981) und eine noch größere an kürzeren arousals nicht registriert (Langford et al, 1972, Kriterium: 5 sec Alpha). Bei Weckexperimenten haben zum Beispiel Alphafrequenzen im REM-Stadium oft nur Berichte über luzidere Träume zur Folge, keine Berichte, wach gewesen zu sein (Ogilvie et al, 1982, Tyson et al, 1984). Auch die Alpha-Frequenzen mancher Schlafgestörter im Delta-Schlaf mit einer Weckschwelle wie in Stadium 2 (Hauri & Hawkins, 1973) sind nicht identisch mit erlebtem Wachsein.

Von Patienten wahrgenommene und signalisierte Aufwachepisoden korrespondieren durchgängig mit der Rechtschaffen-Kales-Auswertung des EEGs - die Signale treten nicht nur bei einer feineren Analyse in Alpha auf wie bei Gesunden, sondern meist in 30-sec-Epochen, die als Stadium Wach oder MT, gefolgt von Wach, gewertet werden. Die Patienten nehmen nur äußerst selten Aufwachepisoden wahr, die auf Schlafintervalle von weniger als 15 Minuten (!) folgen: der größte Teil der Signale erfolgt in einer Aufwachepisode, auf die wiederholte kurze Einschlaf-Versuche folgen, die aber erst später zu konsolidiertem Schlaf von mehr als 15 min führen. - Die Latenz vom Auftreten des Alpha-Rhythmus bis zum Signal ist bei den Gesunden relativ kurz, aber immer noch länger als bei Anch et al (1982), die als einzige darüber berichten

(unter 10 sec). Wahrnehmung von Aufwachen tritt oft schon bei sehr kurzen Episoden auf, die nicht ausreichend lange dauern, um zu einer Wach-Scoring zu führen. Die vorangegangene Schlafdauer spielt bei den Gesunden keine Rolle, sie nehmen Aufwachepisoden zum Teil schon nach sehr kurzen Schlafzeiten wahr, aber nicht vor der ersten REM-Phase. Warum welche arousals wahrgenommen werden und welche nicht, ist der Polygraphie deshalb nicht zu entnehmen. Auch in Weckversuchen als dem alternativen Paradigma konnten nie einheitliche EEG-Strukturen nachgewiesen werden, auf die zurückzuführen gewesen wäre, warum beim Wecken der vorangegangene Bewußtseinszustand als Wachen oder Schlafen eingeschätzt worden war (Sewitch, 1984 a,b). Lediglich Wecken aus REM führte immer signifikant häufiger zu der Aussage, zuvor geschlafen zu haben (Sewitch, 1984 a, Goodenough et al, 1965). Auch die Eigenwahrnehmung des Aufwachens in der hier untersuchten Stichprobe ist aus REM deutlich besser als sonst: In beiden Gruppen sind aus dem REM-Stadium mehr Signale nachzuweisen als nach dem Anteil von REM- und NREM-Zeiten im Verlauf der Nacht zu erwarten wäre. Dasselbe berichten Campbell & Webb (1981) und Langford et al (1972). Tyson et al (1984) stellen bei Alpha im REM luzidere Träume fest. Nachdem den Signalen direkt Alpha vorausging, könnte es durchaus sein, daß das Aufwachen direkt aus einem "luziden Traum" erfolgte; dies dürfte der sicherste Anhaltspunkt für das Individuum sein, eben noch geschlafen zu haben (und paßt auch zu den von den Untersuchten genannten Anhaltspunkten für die Schlaf-Wach-Differenzierung, die Gibson et al, 1982, referieren). Möglicherweise ist auch das polygraphische und erlebte beziehungsweise signalisierte Aufwachen der Patienten zu dem Zeitpunkt, zu dem REM zu erwarten wäre, als eine ähnliche Alpha-Episode zu interpretieren.

Weckexperimente haben gezeigt, daß die subjektive Sicher-

heit, geschlafen zu haben, am Anfang der Nacht gering ist. Von der Wahrnehmung her muß deshalb der 1. REM-NREM-Zyklus als labile Phase betrachtet werden (Gibson et al, 1982, Sewitch, 1984 a,b). Präzises, bewußtes Wahrnehmen des Wachseins zu dieser Zeit würde wohl häufig nicht als Aufwachen, sondern als Teil kontinuierlichen Wachseins erlebt - und riefte Ärger hervor. In dieser Phase Aufwachen grundsätzlich nicht zu registrieren, könnte deshalb psychologisch sogar sinnvoll und ein Zeichen guten Schlafs sein. Beim Vergleich der guten und schlechten Schläfer in dieser Untersuchung war allerdings nur ein tendenzieller Gruppenunterschied nachweisbar. Ein unverhältnismäßig großer Anteil aller nicht wahrgenommenen Aufwachepisoden liegt am Anfang der Nacht. Der Prozentsatz der nicht registrierten SS02 ist mindestens so hoch wie bei Campbell & Webb (1981), bei denen 25 der 57 nicht signalisierten Wachepisoden in den ersten 135 min lagen. Diese eingeschränkte Wahrnehmung bestätigt jedenfalls, daß es sinnvoll ist, eine Einschlafphase statt eines Einschlafzeitpunkts anzunehmen.

Über die generelle Einschränkung hinaus, die die Existenz einer exakt bestimmbaren Schlaflatenz überhaupt betrifft, kann die Sinnhaftigkeit des Kriteriums der ersten Spindel zur Definition des Schlafbeginns (Agnew & Webb, 1972) im Gegensatz zu Weckexperimenten nur indirekt geprüft werden. Das Kriterium ist in den Gruppen unterschiedlich valide. Auch hier schätzen die Patienten die Schlaflatenz um fast 30 min länger ein, ein Effekt, der von fast allen Studien in ähnlichem Ausmaß bekannt ist (Carskadon et al, 1976: 35 min, Borkovec et al, 1981: 29 min, Frankel et al, 1976: 27 min, Hedouin et al, 1981: 32 min, Seidel & Dement, 1982: 26 min, Spielman et al, 1980: 74 min). Die Schätzungen variieren aber systematisch, die Korrelation ist relativ befriedigend. Die SL-Schätzungen der Kontrollen sind dagegen im Mittelwert

identisch mit der Latenz bis zur ersten Spindel, sie werden aber unsystematisch teils über-, teils unterschätzt. Wegen der systematischen Abweichung bei den Patienten schien das von Hauri & Olmstead (1983) vorgeschlagene Kriterium - SL = Beginn der ersten 15-min-Spanne konsolidierten Schlags - besonders prüfenswert: Die Umdefinition betrifft zwar nur vier Patienten, führt aber zu einer erheblich besseren Übereinstimmung von polygraphischem Maß und Erleben. Gesunde wachen in der Einschlaf-Phase ebenso oft auf wie die Patienten: wird bei ihnen die Schlaflatenz nach dem Hauri-Olmstead-Kriterium definiert, unterschätzen sie die Gesunden allerdings. In erster Näherung kann daraus geschlossen werden, daß die Patienten erst den Beginn des konsolidierten Schlags erleben, und kurze Schlafperioden vorher nicht wahrnehmen, das Erleben Gesunder aber sehr viel uneinheitlicher ist, sie tendenziell Aufwachepisoden in der Einschlaf-Phase nicht als Wachsein wahrnehmen und Aufwachen im Bewußtsein "ausfiltern". Diese Annahme wird unterstützt durch die Tatsache, daß die Gesunden vor der ersten REM-Phase spontane Aufwachepisoden überhaupt nicht wahrnehmen, aber offensichtlich auch nicht die ganze Zeit als "wach" klassifizieren und speichern. Daß sie beim Wecken Schwierigkeiten haben, Schlafen und Wachen zu differenzieren (Sewitch, 1984, b), gelegentlich auch polygraphische Wach-Episoden als Schlaf einstufen (Goodenough et al, 1965), spricht nicht gegen diese These: Wecken greift in den Schlaf ein und verhindert möglicherweise genau den positiven Effekt, daß Wachsein in der labilen Phase nicht vermerkt wird. Jedenfalls stimmt das Hauri-Olmstead-Kriterium bei Patienten im Schnitt besser mit der Erinnerung und wohl auch mit der Wahrnehmung überein als das Übliche, während es sich bei bei Gesunden eher negativ auswirkt. Es ist denkbar, daß nach einer Adaptation an das Labor, wenn der FNE minimiert oder ausgeschaltet ist, Gesunde in dieser Zeit spontan gar nicht aufwachen, so daß dann

das 15-min-Kriterium keinen Effekt hätte.

Setzt man Aufwachepisoden mit Stadienwechseln nach O gleich, finden sich sowohl bei Patienten als auch bei Gesunden zu viele innerhalb einer Phase des Wiedereinschlafversuchs, als daß sie sinnvoll als Aufwachepisoden gelten könnten. Da allein über 30 % der Stadienwechsel nach O gar keinem echten Schlafstadium folgen, müßte ein Kriterium analog zu dem der ersten Spindel für die SL die mindeste Anforderung sein, die an eine polygraphische Definition von Aufwachepisoden zu stellen wäre. Eine ähnliche Forderung ist in der Literatur nicht zu finden, es wird für gewöhnlich nur die Dauer von Wach-Frequenzen als Kriterium diskutiert, nicht die Schlaf-tiefe vor dem Aufwachen. Solche "Aufwachepisoden" werden auch nicht als unterschiedene wahrgenommen: die Signale der Gesunden außerhalb eines SS02-Stadiums erfolgten anläßlich sehr kurzer Wachepisoden, aber nach Schlaf. Lediglich Campbell & Webb (1981) ziehen in guter Tradition des Bezugs von der Physiologie zum Erleben den Schluß, nur diejenigen polygraphischen Aufwachepisoden auch als solche zu werten, die von einem Verhaltenssignal begleitet sind.

Für Patienten kann sogar eine mögliche hinreichende Bedingung für die Wahrnehmung der Aufwachepisoden festgehalten werden: im wesentlichen nehmen sie nur den Anfang sehr unruhiger Schlafepisoden wahr, die häufig von Aufwachen unterbrochen werden. Bei den Gesunden ist das nicht der Fall, hier kann auch nicht näherungsweise ein Hinweis auf eine mögliche hinreichende Bedingung für die Wahrnehmung von Aufwachen gefunden werden.

Die Anzahl der Aufwachepisoden, die morgens erinnert wird, liegt in allen Studien unter der polygraphischen, so auch hier, und zwar in beiden Gruppen. Es wurde früher einerseits

die These aufgestellt, daß sich Vpn vorwiegend an länger-dauernde Wach-Zeiten erinnern (Baekeland & Hoy, 1971), andererseits die, daß nur nachts aktuell wahrgenommene erinnert würden (Anch et al, 1982). Die Daten der Kontrollgruppe in der vorliegenden Untersuchung erhärten zunächst scheinbar die Dauer-These: Die Mittelwerte von SS03 und Selbsteinschätzung sind identisch. Sie variieren aber nicht gemeinsam (sehr niedrige Korrelation), so daß nicht anzunehmen ist, daß dieselben Variablen erfaßt sind. Dagegen sind in beiden Gruppen nicht nur die Mittelwerte von Selbsteinschätzung und Verhaltenssignal identisch, sondern auch die Korrelation ist hochsignifikant. Es kann also gut begründet angenommen werden, daß sich alle Vpn an genau die Episoden erinnern, die sie nachts auch signalisiert hatten. Bei den Patienten ist diese Aussage dahingehend zu erweitern, daß sie sich nicht nur generell an diejenigen Aufwachepisoden erinnern dürften, die sie nachts wahrgenommen hatten, sondern daß es genau die sind, die den zu Beginn einer immer wieder unterbrochenen Wiedereinschlafphase darstellten. Die Platzierung der Signale vorwiegend zu Beginn dieser Phasen läßt nämlich die Vermutung zu, daß diese im wesentlichen als einheitliche Wachzeit erlebt wurden.

Nach diesen Ergebnissen kann begründet angenommen werden, daß die Unterschiede zwischen Selbsteinschätzung und polygraphischen Daten sowohl bei Patienten als auch bei Gesunden tatsächlich bereits auf Wahrnehmungs-Phänomenen beruhen. Die Struktur der wahrgenommenen Aufwachepisoden nachts im Vergleich zu den polygraphischen und der Morgenerinnerung unterstützt die Hypothese, daß Patienten tatsächlich oft nicht wahrnehmen aufzuwachen, Gesunde oft nicht registrieren, wach zu sein. Patienten übertreiben wohl nicht einfach. Sie nehmen nicht mehr Aufwachepisoden wahr als Gesunde, registrieren aber erheblich konsistenter mit der polygraphi-

schen Auswertung. In der Einschlafphase sind sie quasi "schutzloser" der Erfahrung von Wachsein "ausgeliefert" als Gesunde, sie scheinen nicht so gut in der Lage, das Wachsein zu ignorieren. Ihre wie bei Gesunden auch vorhandene Unsicherheit dabei, im ersten REM-NREM-Zyklus vorangegangenen Schlaf wahrzunehmen, führt dann zu der Einschätzung der langen Schlaflatenz. Obwohl in der Literatur keine empirischen Hinweise dafür zu finden sind, daß Zeitschätzungs-Phänomene eine wesentliche Rolle spielen würden oder gar, daß Gesunde generell bessere Fähigkeiten zur Zeitschätzung im Schlaf hätten als Patienten, ist die entsprechende, nicht näher begründete Vermutung nach wie vor in der Diskussion. Auch die hier berichteten Daten geben keinen Anhaltspunkt für die Richtigkeit der These. Sie könnte allerdings nur dann als sinnvoll diskutiert werden, wenn die Wahrnehmung von Wachen und Schlafen bei Patienten und Gesunden prinzipiell als gleich angenommen werden könnte, was ebenfalls nicht mit den hier vorgelegten Daten vereinbar wäre.

Aus der arousal-Hypothese (Bonnet, 1983), derzufolge Ereignisse nach einem arousal besser gespeichert werden, mußte für die Erinnerung an Ereignisse im Schlaf folgen, daß auch jedes arousal selber, zumindest jedes längerdauernde, gespeichert wird. Für Aufwachepisoden muß diese Hypothese nach den vorliegenden Ergebnissen modifiziert werden: arousal allein genügt nicht, das Bewußtsein dafür muß hinzukommen. Ob Schlaf gedächtnisfördernd wirkt (Konsolidierungs-Hypothese), läßt sich bei dem Gedächtnisinhalt "Aufwachen" nicht entscheiden. Die im Zusammenhang mit der Konsolidierungshypothese oft geäußerte und untersuchte Vermutung, daß dem REM-Schlaf bei der Konsolidierung der Gedächtnisspur eine besondere Bedeutung zukommen, trifft allerdings auf das Gedächtnis für Aufwachepisoden nicht zu: Die Anzahl der erlebten und erinnerten Aufwachepisoden aus den Stadien 2

bis 4 und REM ist auf keinen Fall zugunsten derjenigen aus dem NREM-Schlaf verschoben, auf den ja die "konsolidierende" REM-Phase erst folgt. Der Schlaf scheint aber das Gedächtnis dafür zumindest nicht wesentlich zu behindern, da der Zusammenhang von erinnerten und erlebten Aufwachepisoden auch bei den Gesunden hoch ist, die ja oft nur sehr kurz aufgewacht waren. Insgesamt kann jedenfalls auch die Hypothese verworfen werden, Schlafgestörte litten besonders unter einer Beeinträchtigung des Gedächtnisses für die Dauer der Schlaflatenz oder der Aufwachepisoden, wie sie etwa indirekt Schwartz et al (1963) vertreten.

Die Unterschiede zwischen Selbsteinschätzung und polygraphischen Daten sind nach den vorliegenden Ergebnissen vorwiegend mit Wahrnehmungsphänomenen zu erklären. Dies müßte sich auch auf die Definition polygraphischer Aufwachepisoden auswirken: Die polygraphische Definition der Wiedereinschlaflatenz müßte an die der Schlaflatenz angeglichen werden und möglicherweise zusätzlich - wie es auch Campbell & Webb (1981) fordern - nur auf diejenigen begrenzt werden, die auch verhaltensmäßig signalisiert werden. In keinem Fall kann davon gesprochen werden, Patienten übertrieben grundsätzlich ihre Beschwerden: Ein Teil ihrer subjektiven Beschwerden könnte genau darin gesucht werden, daß sie ihren ohnehin polygraphisch besonders unruhigen Schlaf auch noch präziser wahrnehmen und die üblichen psychologischen Schutzmechanismen, die bei kurzen arousals vor allem in der Einschlaf-Phase vor längerem Aufwachen bewahren, indem das Bewußtwerden des Aufwachens verhindert wird, bei ihnen nicht in ausreichendem Ausmaß vorhanden sind.

8 ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, inwieweit die typischen Unterschiede zwischen polygraphischen und Selbsteinschätzungs-Daten bei schlafgestörten Patienten bereits auf Wahrnehmungs-Faktoren zurückzuführen sind statt auf die üblicherweise angenommene Beeinträchtigung der Fähigkeit zur Zeitschätzung oder der adäquaten Speicherung von Zeitintervallen bis zum Morgen. Dafür wurden die unterschiedlichen Methoden zur Messung von Schlaflatenz und Aufwachepisodes nachts speziell bei Schlafgestörten sowie die Befunde über Wahrnehmung, Zeitschätzung und Gedächtnis im Schlaf diskutiert.

Zur Überprüfung der Hypothese wurden je 14 schlafgestörte Patienten und gesunde Kontrollpersonen, die nach Alter und Geschlecht parallelisiert waren, untersucht. Es wurden wöchentliche Tagebuch-Aufzeichnungen erhoben und je eine polygraphische Schlafableitung im Labor durchgeführt. Außerdem wurde mit einem Verhaltenssignal die aktuelle Wahrnehmung spontaner Aufwachepisodes untersucht. - Die Ergebnisse sprechen dafür, daß die übliche EEG-Definition von Alpha-Frequenzen als Wachheit sowohl bei Patienten als auch bei Gesunden eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für die Wahrnehmung von Aufwachepisodes ist. Die Patienten nahmen systematischer im Sinne der üblichen Polygraphie-Auswertung wahr als die Gesunden. Die Struktur der Verhaltenssignale im Vergleich zur Struktur der polygraphischen Aufwachepisodes läßt die Vermutung zu, daß Patienten tendenziell Wachzeiten gut wahrnehmen, möglicherweise zu gut, und Schwierigkeiten dabei haben, Aufwachen nach kurzen Schlafzeiten zu registrieren, und daß umgekehrt Gesunde sich häufig gar nicht bewußt machen, wach zu sein. Außerdem werden mit Bezug auf die Verhaltenssignale verschiedene Definitio-

nen von Schlaf latenz und Aufwachen überprüft. Wachsein gar nicht bewußt zu erleben, wird als möglicher Schutzmechanismus für die Kontinuität des Schlafs diskutiert.

°

9 LITERATUR

- Aarons, L: Sleep-assisted instruction. *Psychological Bulletin*, 1976, 83: 1-40
- Aaronson, ST, Biber, MP, Rashed, S, Hobson, JA: Nightly movement patterns and sleep cycle architecture as revealed by time-lapsed video tape recording. *Sleep Research*, 1980, 9: 119
- Agnew, HW, Webb, WB: Measurement of sleep onset by EEG criteria. *American Journal of EEG Technology*, 1972, 12: 127-134
- Agnew, HW, Webb, WB, Williams, RL: The first night effect: An EEG study of sleep. *Psychophysiology*, 1966, 2: 263-266
- Alpers, J, Biglan, A: Self-administered treatment of sleep onset insomnia and the importance of age. *Behavior Therapy*, 1979, 10: 347-359
- Anch, M: The auditory evoked brain response during adult human sleep. *Waking and Sleeping*, 1977, 1: 189-194
- Anch, MA, Salamy, JG, McCoy, GF, Somerset, JS: Behaviorally signalled awakenings in relationship to duration of Alpha-activity. *Psychophysiology*, 1982, 19: 528-530
- Antrobus, J: REM and NREM sleep reports: Comparison of word frequencies by cognitive classes. *Psychophysiology*, 1983, 20: 562-568
- Antrobus, JS, Antrobus, JS, Fisher, C: Discrimination of dreaming and nondreaming sleep. *Archives of General Psychiatry*, 1965, 12: 395-401
- Antrobus, JS, Saul, HN: Sleep onset: Subjective, behavioral and electroencephalographic comparisons. *Waking and Sleeping*, 1980, 4: 259-270
- Aschoff, J: Circadian timing. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1984, 423: 442-468
- Aserinsky, E, Kleitman, N: Regularly occurring periods of eye motility, and concomitant phenomena during sleep. *Science*, 1953, 118: 273-274
- Association of Sleep Disorders Centers: Diagnostic classification of sleep and arousal disorders, First Edition. *Sleep*, 1979, 2: 1-138
- Azumi, K, Shirakawa, S, Oguri, M: Differential effects of forcibly short awakenings on two sleep phases of NREM sleep: Changes of spindle density and subjective sleep rating. *Sleep Research*, 1985, 14: 117
- Badia, P, Harsh, J, Balkin, T, Cantrell, P, Klempert, A, O'Rourke, D, Schoen, L: Behavioral control of respiration in sleep. *Psychophysiology*, 1984, 21: 494-500
- Baekeland, F, Hoy, P: Reported versus recorded sleep characteristics. *Archives of General Psychiatry*, 1971, 24: 548-551
- Balkin, T, Badia, P, Harsh, J, Klempert, A: Behavioral responsiveness during recovery sleep. *Biological Psychology*, 1985, 20: 17-20
- Bastiaans, J: The psychosomatic approach of sleep disturbances. In: Koella, W (Ed): *Sleep 1980*, Basel: Karger, 1981, p 86-91
- Baumann, KE, Dent, CW: Influence of an objective measure on self-reports of behavior. *Journal of Applied Psychology*, 1982, 67: 623-628
- Bell, CR: Awakening from sleep at a pre-set time. *Perceptual and Motor Skills*, 1980, 50: 503-508
- Benoit, O, Foret, J, Bouard, G: The time course of slow wave sleep and REM sleep in habitual long and short sleepers: Effect of prior wakefulness. *Human Neurobiology*, 1983, 2: 91-96
- Benson, K, Feinberg, I: Sleep and memory: Retention 8 and 24 hours after initial learning. *Psychophysiology*, 1975, 12: 192-195
- Berger, H: Über das Elektroencephalogramm des Menschen. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 1929, 87: 528-570
- Bertalanffy, L v.: The mind body problem: A new view. *Psychosomatic*

- Medicine, 1964, 26: 29-45
- Beutler, LE, Thornby, JI, Karacan, I: Psychological variables in the diagnosis of insomnia. In: Williams & Karacan (Eds): Sleep Disorders, Diagnosis and Treatment. New York: John Wiley, 1978, p. 61-100
- Billiard, M: Pathology of sleep onset. In: Koella, W (Ed): Sleep 1978, Fourth European Congress of Sleep Research. Basel: Karger, 1979, p 36-41
- Billiard, M, Besset, A, Passouant, P: The complaint of 'No sleep at all' in insomniacs. in: Sleep 1976. 3rd European Congress of Sleep Research, 1976, Basel: Karger, 1977: p 345-347
- Bixler, EO, Kales, A, Vela-Bueno, A, Jacoby, JA, Scarone, S, Soldatos, CR: Nocturnal myoclonus and nocturnal myoclonic activity in a normal population. Research Communications in Chemical Pathology and Pharmacology, 1982, 36: 129 - 140 (a)
- Bixler, EO, Kales, A, Soldatos, CR, Vela-Bueno, A, Jacoby, JA, Scarone, S: Sleep apneic activity in a normal population. Research Communications in Chemical Pathology and Pharmacology, 1982, 36: 141-152 (b)
- Bixler, EO, Kales, A, Jacoby, JA, Soldatos, CR, Vela-Bueno, A: Nocturnal sleep and wakefulness: Effects of age and sex in normal sleepers. International Journal of Neuroscience, 1984, 23: 33-42
- Bixler, EO, Scharf, MB, Soldatos, CR, Mitsky, DJ, Kales, A: Effects of hypnotic drugs on memory. Life Sciences, 1979, 25: 1379-1388
- Blake, H, Gerard, RW, Kleitman, N: Factors influencing brain potentials during sleep. Journal of Neurophysiology, 1939, 2: 48-60
- Bloch, V, Hennevin, E, Leconte, P: Relationship between paradoxical sleep and memory processes. In: Brazier, MAB (Ed): Brain Mechanisms in Memory and Learning. From a Single Neuron to Man. New York: Raven Press, 1979, p. 329-343
- Block, RA: Time and consciousness. In : Underwood, G, Stevens, R (Eds): Aspects of Consciousness, Vol 1. London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco: Academic Press, 1979, p 179-217
- Blois, R, Feinberg, I, Gaillard, JM, Kupfer, DJ, Webb, WB: Sleep in normal and pathological aging. Experientia, 1983, 39: 551-558
- Bonnet, MH: Memory for events during arousal from sleep. Psychophysiology, 1983, 20: 81-87
- Bonnet, MH, Kramer, M: The interaction of age, performance, and hypnotics in the sleep of insomniacs. Journal of the American Geriatric Society, 1981, 29: 508-512
- Bonnet, MH, Moore, SE: The threshold of sleep: Perception of sleep as a function of time asleep and auditory threshold. Sleep, 1982, 5: 267-276
- Bonnet, MH, Webb, WB: The return to sleep. Biological Psychology, 1979, 8: 225-233
- Bootzin, RR, Engle-Friedman, M: Featured review: The assessment of insomnia. Behavioral Assessment, 1981, 3: 107-126
- Bootzin, RR, Hermann, CP: The power of suggestion: Another examination of misattribution and insomnia. Journal of Personality and Social Psychology, 1976, 34: 673-679
- Borbely, AA: Sleep: Circadian rhythm versus recovery process. In: Koukkou, Lehmann, Angst (Eds): Functional States of the Brain: Their Determinants. Amsterdam, New York, Oxford: Elsevier, 1980, 151-161
- Borbely, A: Das Geheimnis des Schlafs. Neue Wege und Erkenntnisse der Forschung. Stuttgart: Deutsche Verlagsanstalt 1984
- Borg, I, Galinat, WH: Der Einfluß von Merkmalen der Situation auf das Erleben ihrer Dauer. Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie, 1985, 32: 353-369

- Borkovec, TD: Pseudo (experiential) and idiopathic (objective) insomnia: Theoretical and therapeutic issues. In: Eysenck, Rachman (Eds): *Advances in Behavior Therapy and Research*. New York: Pergamon, 1979, p 27-55
- Borkovec, TD: Insomnia. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 1982, 50: 880-895
- Borkovec, TD, Lane, TW, vanOot, PH: Phenomenology of sleep among insomniacs and good sleepers: Wakefulness experience when cortically asleep. *Journal of Abnormal Psychology*, 1981, 90: 607-609
- Brezinowa, V, Oswald, I, London, J: Two types of insomnia: Too much waking or not enough sleep. *British Journal of Psychiatry*, 1975, 126: 439-445
- Broughton, R: Biorhythmic variations in consciousness and psychological functions. *Canadian Psychological Review*, 1975, 16: 217-239
- Broughton, R: Human consciousness and sleep-waking rhythms: A review and some neuropsychological considerations. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 1982, 4: 193-218
- Browman, CP, Cartwright, RD: The first-night effect on sleep and dreams. *Biological Psychiatry*, 1980, 15: 809-812
- Brown, JN, Cartwright, RD: Locating NREM dreaming through instrumental responses. *Psychophysiology*, 1978, 15: 35-39
- Brown, SW: Time perception and attention: The effects of prospective versus retrospective paradigms and task demands on perceived duration. *Perception and Psychophysics*, 1985, 38: 115-124
- Bunnell, DE, Bevier, W, Horvath, SM: Effects of exhaustive exercise on the sleep of men and women. *Psychophysiology*, 1983, 20: 50-58
- Campbell, SS, Webb, WB: The perception of wakefulness within sleep. *Sleep*, 1981, 4: 177-183
- Carlson, VR, Feinberg, I, Goodenough, DR: Perception of the duration of sleep intervals as a function of EEG sleep stage. *Physiological Psychology*, 1978, 6: 497-500
- Carpenter, G, Grossberg, S: Dynamic models of neural systems: Propagated signals, photoreceptor transduction and circadian rhythms. In: Hodgson (Ed): *Oscillations in Mathematical Biology. Lecture Notes in Biomathematics* 51. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer Verlag, 1983, p 102-196
- Carpenter, GA, Grossberg, S: A neural theory of circadian rhythms, split rhythms, after-effects and motivational interactions. *Journal of Theoretical Biology*, 1985, 113: 163-223
- Carskadon, MA, Brown, ED, Dement, WC: Sleep fragmentation in the elderly: Relationship to daytime sleep tendency. *Neurobiology and Aging*, 1982, 3: 321-327
- Carskadon, MA, Dement, WC: Cumulative effects of sleep restriction on daytime sleepiness. *Psychophysiology*, 1981, 18: 107-113
- Carskadon, MA, Dement, WC: Nocturnal determinants of daytime sleepiness. *Sleep*, 1982, 5 (Supplement): S73-S81
- Carskadon, MA, Dement, WC, Mitler, MM, Guilleminault, C, Zarcone, VP, Spiegel, R: Self-report versus sleep laboratory findings in 122 drug-free subjects with complaints of chronic insomnia. *American Journal of Psychiatry*, 1976, 133: 1382-1388
- Cartwright, RD, Lloyd, S, Butters, E, Weiner, L, McCarrey, L, Hancock, J: Effects of REM time on what is recalled. *Psychophysiology*, 1975, 12: 561-568
- Castaldo, V, Krynicki, V, Goldstein, J: Sleep stages and verbal memory. *Perceptual and Motor Skills*, 1974, 39: 1023-1030
- Cernovsky, ZZ: Life stress measures and reported frequency of sleep

- disorders. *Perceptual and Motor Skills*, 1984, 58: 39-49
- Chang, TM: Semantic memory: Facts and models. *Psychological Bulletin*, 1986, 99: 199-220
- Chernik, DA: Effect of REM sleep deprivation on learning and recall by humans. *Perceptual and Motor Skills*, 1972, 34: 288-294
- Cipolli, C, Calasse, E, Maccolini, S, Pani, R, Salzarulo, P: Memory processes in morning recall after multiple night awakenings. *Perceptual and Motor Skills*, 1984, 59: 435-447
- Cipolli, C, Salzarulo, P, Calabrese, A: Memory processes involved in mental REM sleep experience - a psycholinguistic study. *Perceptual and Motor Skills*, 1981, 52: 391-406
- Cipolli, C, Salzarulo, P, Calasso, E, Maccolini, S, Pani, R, Tuozzi, G: Recall and retrieval processes related to stage II sleep. In: Koella, WP (Ed): *Sleep 1980, 5th European Congress of Sleep Research*, Basel: Karger, 1981, p 361-363
- Clark, JR, Thoreson, CE, Kashima, KM: Observed diurnal stress in sleep disturbed and normal subjects. *Sleep Research*, 1981, 10: 187
- Cleghorn, JM, Kaplan, RD, Bellissimo, A, Szalmari, P: *Insomnia: I. Classification, assessment and pharmaceutical treatment*. Canadian Journal of Psychiatry, 1983, 28: 339-346
- Coates, TJ, George, JM, Killen, JD, Marchini, E, Hamilton, S, Thoreson, CE: First night effects in good sleepers and sleep-maintenance insomniacs when recorded at home. *Sleep*, 1981, 4: 293-298
- Coates, TJ, Killen, JD, George, J, Marchini, E, Silverman, S, Hamilton, S, Thoreson, CE: Discriminating good sleepers from insomniacs using all night polysomnograms conducted at home. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 1982, 170: 224-230 (a)
- Coates, TJ, Killen, JD, George, J, Marchini, E, Silverman, S, Thoreson, S: Estimation of sleep parameters: A multitrait-multimethod analysis. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 1982, 50: 345-352 (b)
- Coates, TJ, Killen, JD, Silverman, S, George, J, Marchini, E, Hamilton, S, Thoreson, CE: Cognitive activity, sleep disturbance and stage specific differences between recorded and reported sleep. *Psychophysiology*, 1983, 20: 243-250
- Coble, P, McPartland, RJ, Silva, WJ, Kupfer, DJ: Is there a first night effect? A revisit. *Biological Psychiatry*, 1974, 9: 215-219
- Coleman, RM, Roffwarg, HP, Kennedy, SJ, Guilleminault, C, Cinque, J, Cohn, MA, Karacan, I, Kupfer, DJ, Lemmi, H, Miles, LE, Orr, WC, Phillips, ER, Roth, R, Sassin, JF, Schmidt, HS, Weitzman, E, Dement, WC: Sleep-wake disorders based on a polysomnographic diagnosis. A national cooperative study. *JAMA*, 1982, 247: 997-1003
- Corner, M: The nature of consciousness: Some persistent conceptual difficulties and a practical suggestion. In: Corner, Swaab (Eds): *Perspectives in Brain Research*, 1976, 45, Amsterdam, New York, Oxford: Elsevier, p 471-475
- Corner, MA: Maturation of sleep mechanisms in the central nervous system. In: Borbely, Valatx (Eds): *Sleep Mechanisms. Experimental Brain Research*, 1984, Supplement 8, 50-66
- Coursey, RD, Buchsbaum, M, Frankel, BL: Personality measures and evoked responses in chronic insomniacs. *Journal of Abnormal Psychology*, 1975, 84: 239-249
- Craik, FIM: Human memory. *Annual Review of Psychology*, 1979, 30: 63-102
- Creutzfeld, O: The brain as a functional entity. In: Corner, Swaab (Eds): *Perspectives in Brain Research*, 1976, 45, Amsterdam, New York, Oxford: Elsevier, 1975, p 451-462

- Davis, H, Davis, PA, Loomis, AL, Harvey, EN, Hobart, G: Changes in human brain potentials during the onset of sleep. *Science*, 1937, 86: 418-420
- Dement, WC: Les troubles du sommeil et ce qui les sous-tend. *La Nouvelle Presse Medicale*, 1982, 11: 2967-1980
- Dement, WC, Guilleminault, C: Sleep disorders: The state of the art. *Hospital Practice*, 1973, 57-71
- Dement, WC, Kleitman, N: The relations of eye movements during sleep to dream activity: An objective method for the study of dreaming. *Journal of Experimental Psychology*, 1957, 53: 339-346
- Dement, W, Wolpert, EA: The relation of eye movements, body motility and external stimuli to dream content. *Journal of Experimental Psychology*, 1958, 55: 543-553
- Dilling, H: Schlafstörungen aus psychiatrischer Sicht. *Therapiewoche*, 1985, 35: 1713-1722
- Dumermuth, G, Lange, B, Lehmann, D, Meier, CA, Dinkelman, R, Molinari, L: Spectral analysis of all-night sleep EEG in healthy adults. *European Journal of Neurology*, 1983, 22: 322-239
- Drucker-Colin, R, Shkurovich, M, Sterman, MB (Eds): *The Functions of Sleep*. New York, San Francisco, London: Academic Press. 1979
- Edelstein, BA, Keaton-Brasted, C, Burg, MM: Effects of caffeine withdrawal on nocturnal enuresis, insomnia and behavior restraints. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 1984, 22: 857-862
- Egeren, L van, Haynes, SN, Franzen, M, Hamilton, J: Presleep cognitions and attributions in sleep-onset-insomnia. *Journal of Behavioral Medicine*, 1983, 6: 217-232
- Ekstrand, BR: Effect of sleep on memory. *Journal of Experimental Psychology*, 1967, 75: 64-72
- Emmons, WH, Simon, CW: The non-recall of material presented during sleep. *American Journal of Psychology*, 1956: 69: 76-81
- Empson, JAC, Clarke, PRF: Rapid eye movements and remembering. *Nature*, 1970, 227: 287-288
- Engel, RR: Schlaf und Traum. In: Herrmann, Hofstätter, Huber, Weinert (Hrsg): *Handbuch psychologischer Grundbegriffe*. München: Kösel, 1977, p 410-424
- Engel, RR: Operationalization of Rechtschaffen-Kales rules in technical terms as the foundation for the computer scoring of sleep stages. In: Karacan, I (Ed): *Psychophysiological Aspects of Sleep*. Proceedings of the Third International Congress of Sleep Research, Park Ridge, NJ: Noydy, 1979. p 164-169
- Engel, RR, Engel-Sittenfeld, P: Schlafverhalten, Persönlichkeit und Schlafmittelgebrauch von Patienten mit chronischen Schlafstörungen. *Nervenarzt*, 1980, 51: 22-29
- Engel, RR, Knab, B: Theoretische Vorstellungen zur Genese und Aufrechterhaltung von Schlafstörungen. In: Vaitl, Knapp, Birbaumer (Hrsg): *Psychophysiologische Merkmale klinischer Symptome*, Band 1, *Psychophysiologische Dysfunktionen*. Weinheim, Basel: Beltz, 1985, p 128-142
- Engel-Sittenfeld, P, Engel, RR, Huber, HP, Zangl, K: Wirkmechanismen psychologischer Therapieverfahren bei der Behandlung chronischer Einschlafstörungen. *Zeitschrift für Klinische Psychologie*, 1980, 9: 1-19
- Engle-Friedman, M, Baker, EA, Bootzin, RR: Reports of wakefulness during EEG identified stages of sleep. *Sleep Research*, 1985, 14: 152
- Evans, FJ: Hypnosis and sleep: The control of altered states of awareness. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1977, 296: 162-174
- Fahrenberg, J: Das Komplementaritätsprinzip in der psychophysiologischen Forschung und psychosomatischen Medizin. *Zeitschrift für Klinische*

- Psychologie und Psychotherapie, 1979, 27: 151-167
- Faust, V, Hole, G: Schlafstörungen - Diagnose und Therapie. Medizinische Monatsschrift für Pharmazeuten, 1982, 5: 289-296
- Fechner, GT: Elemente der Psychophysik. Vol. 1. Leipzig: Härtel, 1860
- Finke, J, Schulte, D: Schlafstörungen. Ursachen und Behandlung. Stuttgart: Thieme, 1970
- Foulkes, D: A cognitive-psychological model of REM-dream production. Sleep, 1982, 5: 169-187
- Foulkes, D, Vogel, G: Mental activity at sleep onset. Journal of Abnormal Psychology, 1965, 70: 231-243
- Fraisse, P: Perception and estimation of time. Annual Review of Psychology, 1984, 35: 1-36
- Frankel, BL, Coursey, RD, Buchbinder, R, Snyder, F: Recorded and reported sleep in chronic primary insomnia. Archives of General Psychiatry, 1976, 33: 615-623
- Franklin, J: The measurement of sleep onset latency in insomnia. Behavior Research and Therapy, 1981, 19: 547-549
- Freedman, R, Papsdorf, JD: Biofeedback and progressive relaxation treatment of insomnia: A controlled, all-night-investigation. Biofeedback and Self-Regulation, 1976, 1: 253-271
- Freedman, RR, Sattler, HL: Physiological and psychological factors in sleep-onset insomnia. Journal of Abnormal Psychology, 1982, 91: 380-389
- Freud, S: Vorlesungen zur Einführung in die Psychoanalyse und Neue Folge. Studienausgabe, Band 1. Frankfurt: S. Fischer Verlag, 1969
- Friedlein, K: Geschichte der Philosophie. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 1984 (14. Auflage)
- Frydman, D: Etude de l'évolution individuelle de patients souffrants d'insomnie idiopathique. in: Sleep 1978, 4th European Congress on Sleep Research, Tingu-Mures, 1978. Basel: Karger, 1980, p 555-558
- Gaebelkhouer, O: Arzneibuch/Darinnen...Vast für alle des Menschlichen Leibs Anligen und Gebrechen/außerlesene und bewehrte Artzneyen/gemeinem Vatterland Teutscher Nation zu gutem auß vilen Hohen und Niders Stands Personen geschriben Artzeybuechern zusammen getragen und in den Truck verfertigt sind. Georgen: Tübingen/Gruppenbach, 1595
- Gaillard, JM: Chronic primary insomnia: Possible physiopathological involvement of slow wave deficiency. Sleep, 1978, 3: 133-147
- Gale, A: Some EEG correlates of sustained attention. In: Mackie, RR (Ed): vigilance: Theory, Operational Performance and Physiological Correlates. New York: Plenum, 1977, p 263-285
- Garma, L, Bouard, G: Les éveils nocturnes chez le sujet insomnique en fonction de l'age. Revue de Neurologie, 1981, 137: 677-692
- Garma, L, Bouard, G, Benoit, O: Age and intervening wakefulness in chronic primary insomnia. in: Koella, W (Ed): Sleep 1980. 5th European Congress of Sleep research, 1980. Karger: Basel, 1981, p. 391-392
- Gazzaniga, MS: The role of language for conscious experience: Observtions from split-brain man. in: Perspectives in Brain Research, 1976, 54: 689-696
- Gibson, E, Perry, F, Redington, D, Kamiya, J: Discrimination of sleep onset stages: behavioral responses and verbal reports. Perceptual and Motor Skills, 1982, 55: 1023-1037
- Gibson, JJ: Die Sinne und der Prozeß der Wahrnehmung. Bern: Huber, 1976
- Gigerenzer, G: Messung und Modellbildung in der Psychologie. München, Basel: Ernst Reinhardt Verlag, UTB 1047, 1981

- Glenville, M, Broughton, R: Reliability of the Stanford Sleepiness Scale compared to short duration performance tests and the Wilkinson Auditory Vigilance Test. *Advances of the Biosciences*, 1979, 21: 235-244
- Gnirss, F, Schneider, D: Skin resistance level to be used to determine sleep stability. in: *Sleep 1976*, 3rd European Congress on Sleep Research 1976. Basel: Karger, 1977, p 289-291
- Görtelmeyer, R: On the development of a standardized sleep inventory for the assessment of sleep. in: Kubicki, S, Herrmann, W (Eds): *Methods of Sleep Research, Methoden der Schlaforschung*. Stuttgart: Fischer, 1985, p 93-98
- Goetze, U, Tölle, R: Antidepressive Wirkung des partiellen Schlafentzugs während der ersten Hälfte der Nacht. *Psychiatria Clinica*, 1981, 14: 129-149
- Goodenough, DR, Lewis, HB, Shapiro, A, Jaret, L, Sleser, I: Dream reporting following abrupt and gradual awakenings from different types of sleep. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1965, 2: 170-179
- Granda, AM, Hammack, JT: Operant behavior during sleep. *Science*, 1961, 133: 1485-1486
- Greenberg, R, Perlman, C, Schwartz, WR, Grossman, HY: Memory, emotion and REM sleep. *Journal of Abnormal Psychology*, 1983, 92: 378-381
- Grings, W: The role of consciousness and cognition in automatic behavior change. In: McGuigan, FJ, Schoonover, RA (Eds): *The Psychophysiology of Thinking*. New York, London: Academic Press, 1973, p 233-256
- Gross, RT, Borkovec, TD: Effects of a cognitive intrusion manipulation on the sleep-onset latency of good sleepers. *Behavior Therapy*, 1982, 13: 112-116
- Grotjahn, M: Über Selbstbeobachtungen beim Erwachen. *Zeitschrift für die Gesamte Neurologie und Psychiatrie*, 1932, 139: 75-96
- Halasz, P, Rajna, P, Pal, I, Kundra, O, Vargha, M, Balogh, A, Kemeny, A: K-complexes and micro-arousals as functions of the sleep process. *Sleep* 1976, 3rd European Congress of Sleep Research, Karger: Basel, 1977, 292-294
- Hauri, P: What can insomniacs teach us about the functions of sleep? In: Drucker-Colin, Shkurovich, Sterman (Eds): *The Functions of Sleep*. New York: Academic Press, 1979), p 251-271
- Hauri, P: Treating psychophysiological insomnia with biofeedback. *Archives of General Psychiatry*, 1981, 38: 752-758
- Hauri, PJ: A cluster analysis of insomnia. *Sleep*, 1983, 6: 326-338
- Hauri, P, Hawkins, DR: Alpha-delta sleep. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1973, 34: 233-237
- Hauri, P, Olmstead, E: What is the moment of sleep onset for insomniacs? *Sleep*, 1983, 6: 10-15
- Hauri, PJ, Percy, L, Hellekson, C, Hartmann, E, Russ, D: The treatment of psychophysiological insomnia with biofeedback: A replication study. *Biofeedback and Self Regulation*, 1982, 7: 223-235
- Haynes, SN, Adams, A, Franzen, M: The effect of presleep stress on sleep-onset insomnia. *Journal of Abnormal Psychology*, 1981, 90: 601-606
- Healey, ES, Kales, A, Monroe, LJ, Bixler, EO, Chamberline, K, Soldatos, CR: Onset of insomnia: Role of life-stress events. *Psychosomatic Medicine*, 1981, 43: 439-451
- Hedouin, M, Lagrange, T, Leroy, C: Relation entre l'etude objective des éveils a l'EEG et l'auto-observation du sujet au reveil. *Revue Electroencephalographie Neurophysiologie Clinique*, 1981, 11: 110-115
- Heisenberg, W: *Der Teil und das Ganze. Gespräche im Umkreis der Atomphysik*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag, 903, 1973

- Hicks, RE, Miller, GW, Kinsbourne, Marcel: Prospective and retrospective judgments of time as a function of information processed. *American Journal of Psychology*, 1976, 89: 719-730
- Hicks, RA, Pelligrini, RJ: Sleep problems in type A-B-behavior in college students. *Psychological Reports*, 1982, 51: 196
- Hilgard, ER: Consciousness in contemporary Psychology. *Annual Review of Psychology*, 1980, 31: 1-26
- Hoddes, E, Zarcone, V, Smythe, H, Phillips, R, Dement, W: Quantification of sleepiness: A new approach. *Psychophysiology*, 1973, 10: 431-436
- Horne, JA, Pettitt, AN: Sleep deprivation and the physiological response to exercise under steady-state conditions in untrained Ss. *Sleep*, 1984, 7: 168-179
- Hume, KI: The rhythmical nature of sleep. In: Mayes, A (Ed): *Sleep Mechanisms and Functions in Humans and Animals: An Evolutionary Perspective*. Workingham, Berkshire: van Nostrand Reinhold (UK), 1983, p 18-56
- Idzikowski, C: Sleep and memory. *British Journal of Psychology*, 1984, 75: 439-449
- James, W: *The Principles of Psychology*. Cambridge, Massachusetts und London: Harvard University Press, 1983 (Erstauflage 1890)
- Johnson, A, Karlsson, HG: A feedback model for biological rhythms. I. Mathematical description and basic properties of the model. *Journal of Theoretical Biology*, 1972, 36: 153-1974
- Johnson, L: Are stages of sleep related to waking behavior? *American Scientist*, 1973, 61: 326-338
- Johnson, LC: A psychophysiology for all states. *Psychophysiology*, 1970, 6: 501-516
- Johnson, LC, Lubin, A, Naitoh, P, Nute, C, Austin, M: Spectral Analyses of the EEG of dominant and non-dominant alpha subjects during waking and sleeping. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1969, 26: 361-370
- Jouvet, M: Neurophysiology of the states of sleep. *Physiologie Revue*, 1967, 47: 117- 163
- Kader, GA, Griffin, PT: Reevaluation of the phenomena of the first night effect. *Sleep*, 1983, 6: 67-71
- Kales, A, Caldwell, AB, Soldatos, CR, Bixler, EO, Kales, JD: Biopsychobehavioral correlates of insomnia. II Pattern specificity and consistency with the MMPI. *Psychosomatic Medicine*, 1983, 45: 341-356
- Kales, A, Scharf, M, Kales, JD: Rebound insomnia: A new clinical syndrome. *Science*, 1978, 201: 1039-1041
- Kales, JD, Kales, A, Bixler, EO, Soldatos, CR, Cadieux, RJ, Kashurba, GJ, Vela-Bueno, A: Biopsychobehavioral correlates of insomnia. V. Clinical characteristics and behavioral correlates. *American Journal of Psychiatry*, 1984, 141: 1371-1376
- Kamiya, J: A fourth dimension of consciousness. *Exp. Med. Surg*, 1969, 27: 13-18
- Keefe, FB, Johnson, LC, Hunter, EJ: EEG and autonomic response pattern during waking and sleep stages. *Psychophysiology*, 1971, 8: 198-212
- Kendel, K, Beck, U, Kruschke-Dubois, H: Die chronisch-neurasthenische Schlafstörung. Untersuchungen des Nachtschlafes mit polygraphischer EEG-Ableitung und Selbstbeurteilung des Schlaferlebens. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 1972, 216: 201-218
- Killen, J, Coates, TJ: The complaint of insomnia: What is it and how do we treat it? in: Franks CM (ED): *New Developments in Behavior Therapy*:

- From Research to Clinical Application. New York: Haworth Press, 1984, p 377-408
- Klaus, G, Buhr, M: Philosophisches Wörterbuch, Band 1 und 2. W-Berlin: Verlag Das europäische Buch. 1975
- Kleitman, N: Sleep, wakefulness and consciousness. Psychological Bulletin, 1957, 54: 354-359
- Kleitman, N: Sleep and Wakefulness. Revised and enlarged edition. Chicago: The University of Chicago Press, 1963 (Erstauflage 1929)
- Knab, B, Engel, RR: Strukturelle Wirkungsdifferenzen pharmakologischer und verhaltenstherapeutischer Verfahren bei der Behandlung chronischer Schlafstörungen. Abschlußbericht zum DFG-Projekt En 102/4-5, unveröffentlichtes Manuskript, 1986
- Knab, B, Engel-Sittenfeld, P: The many facets of poor sleep. Neuropsychobiology, 1983, 10: 141-147
- Kohlschütter, E: Messungen der Festigkeit des Schlafs. Zeitschrift für rationelle Medizin, 1863, 17: 209-253
- Koukkou, M, Lehmann, D: Psychophysiologie des Träumens und der Neurosen-therapie: Das Zustands-Wechsel-Modell, eine Synopsis. Fortschritte der Neurologie und Psychiatrie, 1980, 48: 324-350
- Koukkou, M, Lehmann, D: The functional state shift hypothesis, a neuro-psychological model. British Journal of Psychiatry, 1983, 142: 221-231
- Koulack, D, Goodenough, DR: Dream recall an dream recall failure: An arousal-retrieval model. Psychological Bulletin, 1976, 83: 975-984
- Kramer, PD: Insomnia: Importance of the differential diagnosis. Psychosomatics, 1982, 23: 129-137
- Kuhlo, W, Lehmann, D: Das Einschlafelerleben und seine neurophysiologischen Korrelate. Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten, 1964, 205: 687-716
- Kupfer, DJ: The use of the sleep laboratory in the diagnosis of affective disorders. The Psychiatric Clinics of North America, 1983, 15: 25-32
- Lacks, P, Bertelson, AD, Gans, L, Kunkel, J: The effectiveness of three behavioral treatments for different degrees of sleep onset insomnia. Behavior Therapy, 1983: 14: 593-605
- Lange, N: Beiträge zur Theorie der sinnlichen Aufmerksamkeit und der activen Apperception. In: Wundt (Hrsg): Philosophische Studien, Band 4, Leipzig, 1888, p 390-442
- Langford, GW, Meddis, R, Pearson, AJD: Spontaneous arousals from sleep in human subjects. Psychonomic Science, 1972, 28: 228-230
- Lavie, P: Gating of nocturnal sleep - a reliable individual characteristic. Sleep Research, 1985, 14: 302
- Lavie, P, Scherson, A: Ultradian rhythms in alertness - a pupillometric study. Biological Psychology, 1979, 9: 49-62
- Lavie, P, Webb, WB: Time estimates in a long-term time-free environment. American Journal of Psychology, 1975, 88: 177-186
- Lavie, P, Zomer, J: Ultrashort sleep-waking schedule. II. Relationship between ultradian rhythms in sleep ability and the REM-non-REM cycles and effects of the circadian phase. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 1984, 57: 35-42
- Lawder, RE: A proposed mathematical model for sleep patterning. Journal of Biomedical Engineering, 1984, 6: 63-69
- Lehmann, D, Koukkou, M: Physiological and mental processes during sleep: a model of dreaming. In: Bosinelli, Cicogna (Eds): Psychology of Dreaming. Bologna: CLUEB, 1984, p 51-63
- Lemperiere, T, Ades, J: Comment s'inscrit l'insomnie dans les cadres de la nosographie psychiatrique. La Nouvelle Presse Medicale, 1982, 11:

2981-1986

- Leonard, JP: Psychologische, psychometrische und physiologische Desaktivierungsindikatoren. Vortrag auf der 28. Tagung experimentell arbeitender Psychologen, Saarbrücken, 1986
- Levin, D, Bertelson, AD, Lacks, P: MMPI differences among mild and severe insomniacs and good sleepers. *Journal of Personality Assessment*, 1984, 48: 126-129
- Lewis, SA: Subjective estimates of sleep: an EEG evaluation. *British Journal of Psychology*, 1969, 60: 203-208
- Lichstein, KL, Nickel, R, Hoelscher, TJ, Kellen, JE: Clinical validation of a sleep assessment device. *Behavior Research and Therapy*, 1982, 20: 292-297
- Lichstein, KL, Rosenthal, TL: Insomniacs' perceptions of cognitive versus determinants of sleep disturbance. *Journal of Abnormal Psychology*, 1980, 89: 105-107
- Lick, JR, Heffler, D: Relaxation training and attention placebo in the treatment of severe insomnia. *Journal of Consulting Psychology*, 1977, 45, 153-161
- Linschoten, J: Über das Einschlafen I und II. *Psychologische Beiträge*, 1955, 2: 70-97 und 266-298
- Little, RB: A step-by-step therapeutic classification of insomnia. *Medical Times*, 1982, 110: 56-66
- Loomis, AL, Harvey, EW, Hobart, GA: Cerebral states during sleep as studied by human brain potentials. *Journal of Experimental Psychology*, 1937, 21: 127-144
- Lubin, A, Johnson, LC, Austin, MT: Discrimination among states of consciousness using EEG spectra. *Psychophysiology*, 1969, 6: 122-132
- Lund, R: Schlaf und Traum. In: Asanger, R, Wenninger, G: *Handwörterbuch der Psychologie*. Weinheim und Basel: Beltz Verlag, 1982, p 408-414
- Marchini, EJ, Coates, TJ, Magistad, JG, Waldum, SJ: What do insomniacs do, think and feel during the day? A preliminary study. *Sleep*, 1983, 6: 147-155
- Matousek, M, Petersen, I: A method for assessing alertness fluctuations from EEG spectra. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1983, 55: 108-113
- McGaugh, J, Jensen, RA, Martinez, JL: Sleep, brain state and memory. In: Drucker-Colin, Shkurovich, Sterman (Eds): *The Functions of Sleep*, New York: Academic Press, 1979, p 295-299
- Mendelson, WB, Garnett, D, Gillin, JC, Weingartner, H: The experience of insomnia and daytime and nighttime functioning. *Psychiatry Research*, 1984, 12: 235-250
- Merikle, PM: Toward a definition of awareness. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 1984, 22: 449-550
- Michelson, M: Über die Tiefe des Schlafs. *Psychologische Arbeiten*, 1897, 2: 84-117
- Monroe, LJ: Psychological and physiological differences between good and poor sleepers. *Journal of Abnormal Psychology*, 1967, 72: 255-264
- Müller, J: Über die phantastischen Gesichterscheinungen. Coblenz: Jakob Höltscher Verlag, 1826
- Müller, LR: Über den Schlaf. Studien über die Ermüdung, über den Schlaf, über Erholung, über Schlafstörungen und über deren Behandlung. München, Berlin: JF Lehmanns Verlag, 1940
- Mullaney, DJ, Kripke, DF, Messin, S: Wrist actigraph measures sleep duration. *Sleep Research*, 1979, 8: 266
- Mullin, FJ, Kleitman, N: Variations in threshold of auditory stimuli

- necessary to awaken the sleeper. *American Journal of Physiology*, 1938, 123: 477-481
- Naitoh, P, Anthony-Baas, V, Muzet, A, Ehrhart, J: Dynamic relation of sleep spindles and K-Complexes to spontaneous phasic arousal in sleeping human Ss. *Sleep*, 1982, 5: 58-72
- Natsoulas, T: Basic problems of consciousness. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1981, 41: 132-178
- Nicassio, PM, Mendlowitz, DR, Fussell, IJ, Petras, L: The phenomenology of the pre-sleep state: The development of the pre-sleep arousal scale. *Behavior Research and Therapy*, 1985, 23: 263-271
- Noble, WG, Lundie, RE: Temporal discrimination of short intervals of dreamless sleep. *Perceptual and Motor Skills*, 1974, 38: 445-446
- Ogilvie, RD, Hunt, HT, Tyson, PD, Luceson, ML, Jeakins, DB, Lucid dreaming and alpha activity. *Perceptual and Motor Skills*, 1982, 55: 795-808
- Ogilvie, RD, Wilkinson, RT: The detection of sleep onset: Behavioral and physiological convergence. *Psychophysiology*, 1984, 21: 510-520
- Ogilvie, RD, Wilkinson, RT: Behavioural versus EEG-based discriminations of wakefulness from sleep. *Sleep Research*, 1985, 14: 101
- Orr, WC: Utilization of polysomnography in the assessment of sleep disorders. *Medical Clinics of North America*, 1985, 69: 1153-1167
- Oswald, I: Assessment of insomnia. *British Medical Journal*, 1981, 283: 874-875
- Ott, BD, Levine, BA, Farley, TW: Reducing reactivity in sleep assessment. *Behavioral Engineering*, 1982, 7: 93-100
- Ott, H, Bischoff, HC, Oswald, I, Adam, K, Fichte, K, Heidrich, H, Kubicki, S, Stephan, K: Rewind of sleep induction and hangover effects with visual analogue scales. In: Kubicki, S, Herrmann, T, (Eds), *Methods of Sleep Research, Methoden der Schlaforschung*, Stuttgart: Fischer, 1985, p 75-91
- Pena, A de la: Toward a psychophysiological conceptualization of insomnia. In: Williams, Karacan (Eds): *Sleep Disorders. Diagnosis and Treatment*. New York: John Wiley & Sons, 1978, p 101-143
- Perry, WT, Campbell, WA, Evans, FJ, O'Connell, DN, Carota-Orne, E, Orne, MT: Behavioral response to verbal stimuli administered and tested during REM-sleep: A further investigation. *Waking and Sleeping*, 1978, 2: 35-42
- Planck, M: Die Kausalität in der Natur. In: Planck: *Wege zur physikalischen Erkenntnis. Reden und Vorträge*. Leipzig: S. Hirzel Verlag, 1944 (4. Auflage), p 223-242
- Pöppel, E: Die Grenzen des Bewußtseins. Über Wirklichkeit und Welterfahrung. Stuttgart: Deutsche Verlags Anstalt, 1985.
- Popper, KR: Die Logik der Sozialwissenschaften. In: Adorno, Albert, Dahrendorf, Habermas, Pilot, Popper (Hrsg): *Der Positivismusstreit in der deutschen Soziologie*. Neuwied und Berlin: Luchterhand Verlag, 1971 (3. Auflage), p 125-144
- Popper, KR, Eccles, J: *Das Ich und sein Gehirn*. Stuttgart: Deutsche Verlagsanstalt, 1983
- Potter, W, Heron, J: Sleep during perceptual deprivation. *Brain Research*, 1972, 40: 534-539
- Prigman, KH: Problems concerning the structure of consciousness. In: Globus, Maxwell, Savodnik (Eds): *Consciousness and the Brain*. New York: Plenum, 1976, p. 297-313
- Prigogine, I: The rediscovery of time. *Zygon*, 1984, 19: 433-447

- Rechtschaffen, A: Polygraphic aspects of insomnia. In: Gastant, Lugaresi, Berti, Ceroni, Coccagna (Eds): *The Abnormalities of Sleep in Man*. Bologna: Gaggi, 1968, p. 109-125
- Rechtschaffen, A, Kales, A (Eds): *A Manual of Standardized Terminology, Techniques and Scoring System for Sleep Stages of Human Subjects*. Washington D.C.: Public Health Service, US Government, Printing Office, 1968
- Redington, D, Perry, F, Gibson, E, Kamiya, J: Discrimination of early sleep stages: Behavioral indicators. *Sleep*, 1981, 4: 171-176
- Reynolds, CF, Shubin, RS, Coble, P: Diagnostic classification of sleep disorders - implications for psychiatric practice. *Journal of Clinical Psychiatry*, 1981, 42: 296-299
- Roffwarg, HP, Altshuler, KZ: The diagnosis of sleep disorders. In: Zales (Ed): *Eating, Sleeping and Sexuality. Treatment of Disorders of Basic Life Functions*. New York: Brunner/Mazel, 1982, p 129-149
- Rosadini, G, Consoli, D, Ferrillo, F, Rodriguez, S, Sannita, WC, Silvestro, C: Correlates of adaptation to the sleep laboratory. Behavior, sleep organization, quantitative EEG. *Neuropsychology*, 1983, 10: 178-182
- Salamy, J: Instrumental responding to intervals associated with REM sleep. *Psychonomic Science*, 1970, 18: 342-343
- Salamy, J: Effects of REM-deprivation and awakening on instrumental performance during stage 2 and REM-sleep. *Biological Psychiatry*, 1971, 3: 321-330
- Salzarulo, P, Cipolli, C: Memory processing of the mental sleep experience. In: Koella, WP (Ed): *Sleep 1980, 5th European Congress on Sleep Research*, Basel: Karger, 1981, p 178-182
- Schindler, S, Hohenberger, E: Die verhaltenstherapeutische Behandlung von Schlafstörungen: Status und Perspektiven. *Psychologische Beiträge*, 1982, 24: 549-582
- Schneider-Helmert, D, Visser, P: Sleep and emotional stress. Introduction. In: Koella, WP (Ed): *Sleep 1980, 5th European Congress on Sleep Research*, Basel: Karger, 1981, p 85-86
- Schoen, LS, Badia, P: Facilitated recall following REM and NREM naps. *Psychophysiology*, 1984, 21: 299-306
- Schulte, W, Tölle, W: *Psychiatrie*. 3. Auflage. 1975
- Schulz, H: Schlaf, Aufmerksamkeit und Bewußtsein. In: *Psychologie des XX. Jahrhunderts*. Band VI. Lorenz und die Folgen. Zürich: Kindler, 1978, p 799-843
- Schwalbe, J: *Therapeutische Technik für die ärztliche Praxis. Ein Handbuch für Ärzte und Studierende*. Leipzig: Georg Thieme. 1907
- Schwartz, BA, Guilbaud, G, Fischgold, H: *Etudes electroencephalographiques sur le sommeil de nuit - "Insomnie chronique"*. Presse Medicale, 1963, 71: 1474-1476
- Scrima, L: Isolated REM sleep facilitates recall of complex associative information. *Psychophysiology*, 1982, 19: 252-259
- Seidel, WF, Ball, S, Cohen, S, Patterson, N, Yost, D, Dement, WC: Daytime alertness in relation to mood, performance and nocturnal sleep in chronic insomniacs and non-complaining sleepers. *Sleep*, 1984, 7: 230-238
- Seidel, WF, Dement, WC: Sleepiness in insomnia: Evaluation and treatment. *Sleep*, 1982, 5 (Supplement): S182-S190
- Sewitch, DE: The perceptual uncertainty of having slept: The inability to discriminate electroencephalographic sleep from wakefulness. *Psychophysiology*, 1984, 21: 243-259 (a)

- Sewitch, DE: NREM sleep continuity and the sense of having slept in normal sleepers. *Sleep*, 1984, 7: 147-154 (b)
- Shapiro, A, Goodenough, DR, Lewis, HB: Gradual arousal from sleep: A determinant of thinking reports. *Psychosomatic Medicine*, 1965, 27: 342- 349
- Shapiro, CM, Bortz, R, Mitchell, D, Bartel, P, Jooste, P: Slow-wave sleep as a recovery period after exercise. *Science*, 1981, 214: 1253-1254
- Siegel, S: *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. New York, Toronto, London: McGraw Hill, 1956
- Simon, CW, Emmons, WH: EEG, consciousness and sleep. *Science*, 1956, 124: 1066-1069
- Soldatos, CR, Kales, A: Sleep disorders: Research in psychopathology and its practical implications. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 1982, 65: 381-387
- Solomon, F, White, CC, Parron, DL, Mendelson, WB: Sleeping pills, insomnia and medical practice. *New England Journal of Medicine*, 1979, 300: 803-808
- Sperry, RW: A modified concept of consciousness. *Psychological Review*, 1969, 76: 532-536
- Sperry, RW: A unifying approach to mind and brain: Ten year perspective. In: Corner, Swaab (Ed): *Progress in Brain Research*, 1976, 45. Amsterdam: Elsevier, p 463-469
- Spielman, AJ, Tannenbaum, R, Saskin, P, Adler, J, Pollak, CP, Roffwarg, HP, Weitzman, ED: A comparison between objective and subjective sleep latency in patients with chronic insomnia. *Sleep Research*, 1980, 9: 225
- Spiegel, R: Aspects of sleep, daytime vigilance, mental performance and psychotropic drug treatment in the elderly. *Gerontology*, 1982, 28 (Supplement), 68-82
- Spiegel, R, Nüesch, E: Correlations between personality characteristics and sleep variables in healthy subjects. In: *Sleep 1976*. 3rd European Congress of Sleep Research, 1976. Basel: Karger, 1977: p 302-305
- Starker, S: Toward a psychophysiology of waking fantasy: EEG studies. *Perceptual and Motor Skills*, 1982, 55: 891-902
- Stoyva, J, Kamiya, J: Electrophysiological studies of dreaming as the prototype of a new strategy in the study of consciousness. *Psychological Review*, 1968, 75: 192-205
- Strauch, I, Schneider-Düker, M: The effects of meaningful auditory stimuli upon awakening thresholds. *Waking and Sleeping*, 1978, 2: 93-100
- Sweetwood, H, Grant, I, Kripke, DF, Gerst, MS, Yager, J: Sleep disorder over time: Psychiatric correlates among males. *British Journal of Psychiatry*, 1980, 136: 456-462
- Tan, TL, Kales, JD, Kales, A, Soldatos, CR, Bixler, EO: Biopsychobehavioral correlates of insomnia, IV: Diagnosis based on DSM III. *American Journal of Psychiatry*, 1984, 141: 357-362
- Thoreson, CE, Burnett, KF, Rosekind, MR, George, JM, Clark, JR, Hamilton, S: Chronic stress and reported sleep disturbance. *Sleep Research*, 1980, 9: 250
- Thoreson, CE, Coates, TJ, Kirmil-Gray, K, Rosekind, MR: Behavioral self-management in treating sleep-maintenance insomnia. *Journal of Behavioral Medicine*, 1981, 4: 41-52
- Tilley, AJ, Empson, JAC: REM sleep and memory consolidation. *Biological Psychology*, 1978, 6: 293-300
- Tizard, B: Evoked changes in EEG and electrodermal activity during the

- waking and sleeping stages. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1966, 20: 122-128
- Tulving, E: Memory and consciousness. *Canadian Psychology, Psychologie Canadienne*, 1985, 26: 1-12
- Tulving, E: Elements of Episodic memory. *The Behavioral and Brain Sciences*, 1984, 7: 257-268
- Turner, RM, Ascher, LM: Controlled comparison of progressive relaxation, stimulus control and paradoxical intention therapies for insomnia. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 1979, 47: 500-508
- Tyson, PD, Ogilvie, RD, Hunt, HT: Lucid, prelucid and nonlucid dreams related to the amount of EEG alpha activity during REM sleep. *Psychophysiology*, 1984, 21: 442-451
- Wagner, KD, Lorian, RP, Shipley, TE: Insomnia and psychosocial crisis: Two studies of Eriksons's developmental theory. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 1983, 51: 595-604
- Webb, AC: Consciousness and the Cerebral Cortex. *British Journal of Anaesthesia*, 1983, 55: 209-219
- Webb, WB: Some theories about sleep and their clinical implications. *Psychiatric Annals*, 1981, 11: 415-422
- Webb, WB: Theories in modern sleep research. In: Mayes (Ed): *Sleep Mechanisms and Functions in Humans and Animals: An Evolutionary Perspective*. Workingham, Berkshire: van Nostrand Reinhold (UK), 1983, p 1-17
- Webb, WB: Recording methods and visual scoring criteria of sleep records: Comments and recommendations. *Perceptual and Motor Skills*, 1986, 62: 664-666
- Webb, WB, Campbell, SS: The first night effect revisited with age as a variable. *Waking and Sleeping*, 1979, 3, 319-324
- Webb, WB, Dreblow, LM: A modified method for scoring slow wave sleep of older subjects. *Sleep*, 1982, 5: 195-199
- Webb, WB, Ross, W: Estimation of the passing of four consecutive hours. *Perceptual and Motor Skills*, 35, 1972, 768-770
- Webb, WB, Schneider-Helmert, D: A categorial approach to changes in latency, awakening and sleep length in older Ss. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 1984, 172: 291-295 (a)
- Webb, WB, Schneider-Helmert: Awakenings: Subjective and objective relationships. *Perceptual and Motor Skills*, 1984, 59: 63-70
- Webster, JB, Kripke, Df, Messin, S, Mullaney, DJ, Wyborney, G: An activity-based sleep monitor system for ambulatory use. *Sleep*, 1982, 5: 389-399
- Weitzman, ED, Czeisler, CA, Zimmerman, JC, Moore, Ede, MC, Ronda, JM: Biological rhythms in man: Internal physiological organization during non-entrained free-running conditions and application to delayed sleep phase syndrome. in: Chase, M, Weitzman, ED (Eds): *Sleep disorders: Basic and Clinical Research*. New York: Spectrum Publications, 1983, p. 153-171
- Werth, R: *Bewußtsein. Psychologische, neurobiologische und wissenschaftstheoretische Aspekte*. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer Verlag, 1983
- Wilcox, RH: Awakening as an operant behavior: Preliminary results. *Physiology and Behavior*, 1975, 14: 345-352
- Wilde-Frenz, J, Schulz, H: Rate and distribution of body movements during sleep in humans. *Perceptual and Motor Skills*, 1983, 56: 275-283
- Wilkinson, RT, Edwards, RS, Haines, E: Performance following a night of reduced sleep. *Psychonomic Science*, 1966, 5: 471-472
- Williams, HL, Morlock, HC, Morlock, JV: Instrumental behavior during sleep. *Psychophysiology*, 1966, 2: 208-216

- Williams, RL, Karacan, I, Hirsch, CJ: Electroencephalography (EEG) of Human Sleep: Clinical Applications. New York: Wiley, 1974
- Wills, N, Trinder, J: Influence of response criterion on the awakening thresholds of sleep stages. *Waking and Sleeping*, 1978, 2: 57-62
- Wolf, FA: The quantum physics of consciousness: Towards a new Psychology. *Integrative Psychiatry*, 1985, 3: 236-247
- Wuketits, F: Zustand und Bewußtsein: Leben als biophilosophische Synthese. Hamburg: Hoffmann & Campe, 1985
- Wundt, W: Selbstbeobachtung und innere Wahrnehmung. *Philosophische Studien*, 1888, 4: 292-309
- Woolfolk, RL, Carr-Kaffashan, L, McNulty, TF, Lehrer, PM: Meditation training as a treatment for insomnia. *Behavior Therapy*, 1976, 7: 359-365
- Zepelin, H: Self-awakening and the sleep cycle. *Psychophysiology*, 1968, 4: 370
- Zimmermann, WB: Sleep mentation and auditory awakening thresholds. *Psychophysiology*, 1970, 6: 540-549
- Zung, WWK, Wilson, WP: Response to auditory stimuli during sleep. *Archives of General Psychiatry*, 1961, 4: 548-552
- Zung, WW, Wilson, WP: Time estimation during sleep. *Biological Psychiatry*, 1971, 3: 159-164

DANKSAGUNG

Ich möchte mich bei allen bedanken, die direkt oder indirekt zum Gelingen dieser Untersuchung und dieser Arbeit beigetragen haben.

Mein spezieller Dank gilt zunächst Herrn Professor Engel, der diese Arbeit angeregt und der mich dabei durchgehend sehr unterstützt hat. Die Diskussionen mit ihm waren immer sehr interessant und hilfreich. Herrn Arne Schwarz danke ich für die stetige Unterstützung bei der Auswertung der Daten. Auch bei meinen Kollegen, Herrn Dipl.-Psych. Norbert Kathmann und Herrn Dipl.-Psych. Wolfgang Satzger, möchte ich mich bedanken, die mir in der Endphase einiges an Routine-Arbeiten abgenommen haben. Herrn Professor Hippus danke ich besonders, daß er es ermöglichte, diese Untersuchung in seiner Klinik durchzuführen.

Herrn Professor Tunner, der mir vor allem in der Zeit des Promotionsstudiums immer ein sehr anregender Lehrer war, möchte ich dafür danken, daß er sich bereit erklärt hat, ein Referent dieser Arbeit zu sein.

Weiter gilt mein Dank den Patienten und den gesunden Untersuchten, die im Schlaflabor übernachteten, sowie den unermüdlichen studentischen Hilfskräften, vor allem Herrn Andreas Alter, Frau Eva-Rose Alter sowie Frau Andrea Röthlein, die auch zum Teil die gesunden Kontrollpersonen aus ihrem Bekanntenkreis ansprachen.

München, im Oktober 1986

Barbara Knab

LEBENS LAUF

13. 5. 1953 geboren in Würzburg
 Eltern: Hiltrud Knab, geb. Diem,
 Dr. med. Helmut Knab
- 1959 - 1963 Volksschule in Kaufbeuren
- 1963 - 1972 St.-Marien-Schule der Franziskanerinnen,
 Neusprachliches Gymnasium, Kaufbeuren
- 1972 Abitur
- 1972 - 1978 Studium Mathematik und Geographie
 LMU München
- 1974 - 1980 Studium der Psychologie, LMU München
- 1978 Staatsexamen für das Lehramt an
 Gymnasien
- 1980 Diplom in Psychologie
- seit 1980 Wissenschaftliche Angestellte an der
 Abteilung für Experimentelle und Klinische
 Psychologie der Psychiatrischen Universi-
 tätsklinik München

